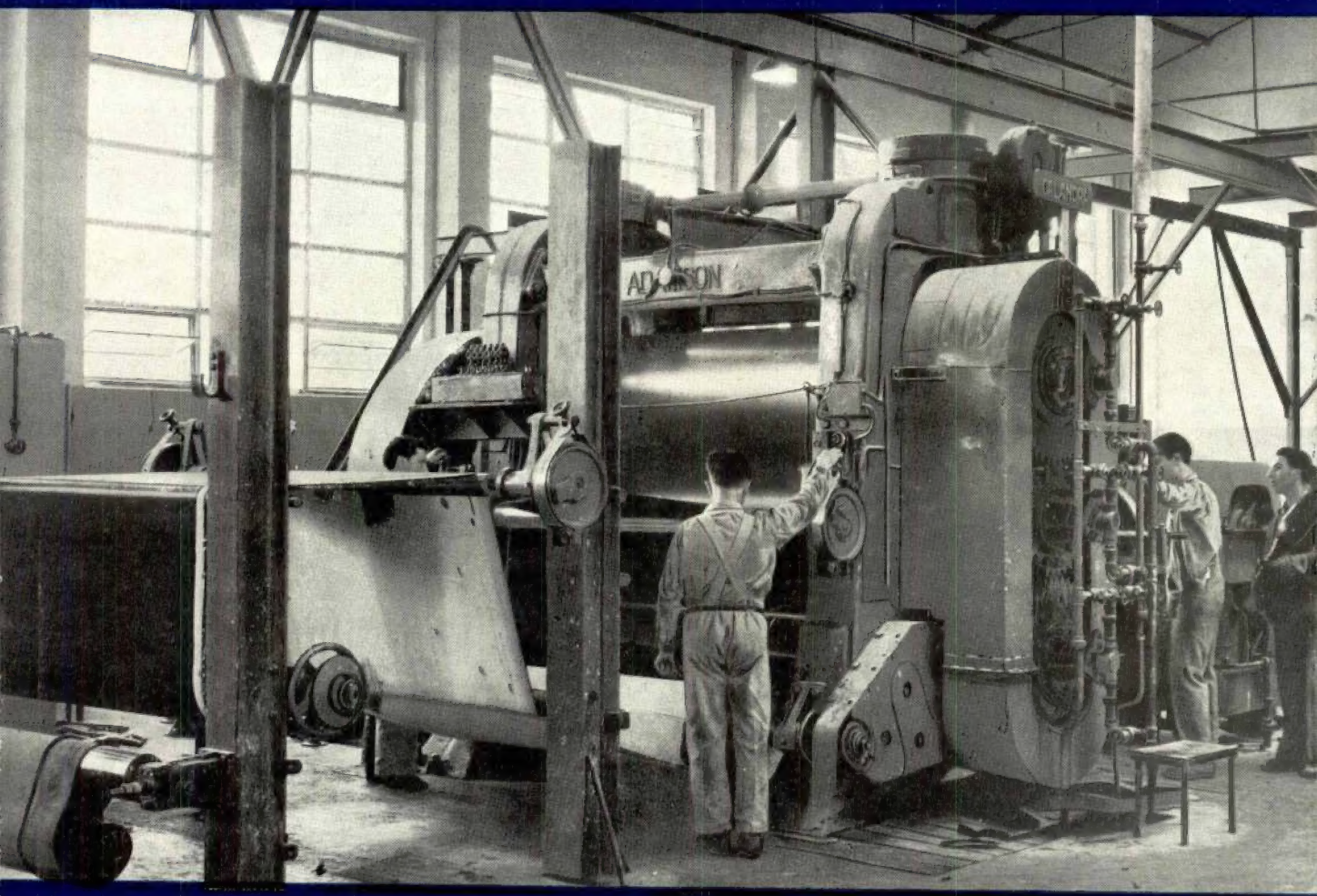
TÉCNICA



REVISTA DE ENGENHARIA DOS ALUNOS DO I.S.T.

N.º 208-Janeiro-1951

CIMENTO

SECIL

Fabricado pelos mais modernos processos e preferido para todos os trabalhos de responsabilidade.
Sacos de papel ou de juta com 50 Kg.
Barricas de 180 Kg.

S E C I L

COMPANHIA GERAL DE CAL E CIMENTO
RUA DO COMÉRCIO, 56, 3.º
LISBOA

Companhia União Fabril

Sede: Rua do Comercio, 49

LISBOA

O MAIOR AGRUPAMENTO INDUSTRIAL DA PENINSULA IBÉRICA

Fábricas em:
Alferrarede, Barreiro, Canas de Senhorim, Lisboa, Mirandela, Óbidos, Porto, Soure e Vila Nova de Gaia.

Superfosfatos, Sulfatos de Cobre, Enxofre, Sabões, Acidos, Oleos industriais e alimentares, Azeites, Torteame, Sacarias, Grossarias, Fios, Carpetes e Mangueiras.

Oficinas de:
Construções metalicas, Mecânica geral de Automoveis e Engrenagens

Fundição de:
AÇO, FERRO E OUTROS METAIS

Construção Naval

(Arrendataria do estaleiro naval da A. G. P. L.)

Metalurgia de Ouro e Prata — Refinação electrolitica

Cimento «Liz» hidrofugado «N»

PRÓPRIO PARA

IMPERMEABILIZAÇÃO DE OBRAS

REBOCOS, FUNDAÇÕES, PAREDES, ETC.

Substitue com vantagem de ordem técnica e económica todos os impermeabilizadores conhecidos.

Em sacos de papel de 50 quilos

Peçam instruções para o seu emprêgo

Sede: Rua do Cais de Santarém, 64, 1.º — LISBOA
Filial: Rua de Santo António, 190-A, 1.º — PORTO

Agentes em todo o País

NÚMERO
208
Janeiro — 1951

TÉCNICA

REVISTA DE ENGENHARIA
DOS
ALUNOS DO INSTITUTO SUPERIOR TÉCNICO
Redacção e Administração: AV. ROVISCO PAIS, IST / LISBOA-N. / TEL. 70144 (linha 50)

DIRECTOR
LUIZ DA CUNHA FERRAZ

ADMINISTRADOR
MANUEL AGUDO MARQUES MAIA

CORPO REDACTORIAL
AURÉLIO GALHARDO COELHO
ROGÉRIO DA TRINDADE E LIMA
CARLOS ROSMANINHO
FERNANDO FARIA

NÚMERO AVULSO 9$00

ASSINATURAS:

	3 N.os	6 N.os	12 N.os
Continente e Ilhas	25$00	45$00	85$00
Colónias Portuguesas e Estrangeiro	—	50$00	90$00

EDITOR E PROPRIETARIO
ASS. DOS ESTUD. DO I. S. T.

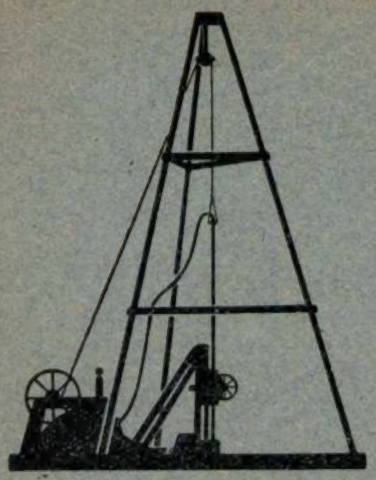
COMPOSTO E IMPRESSO
NA
Tip. JORGE FERNANDES, L.DA
RUA CRUZ DOS POIAIS, 103
LISBOA

SUMÁRIO

CAPA — Moderna calandra para impregnação de borracha em tela (MABOR).

		Págs.
Altos salários, baixos custos de produção e reduzidos preços de venda numa grande organização industrial americana	Eng.º Francesco Magri . . .	186
Um estudo dos minérios de ferro portugueses sob o ponto de vista siderúrgico .	Eng.º Agostino Bargone e Eng.º Vítor Pinto Pinheiro	198
Método fotográfico para o estudo de estruturas sobre modelo	Eng.os Manuel Rocha e J. Ferry Borges	217
Serviço de documentação e Ficheiros técnicos portugueses	. . . . .	236
Defesa antisísmica	Abel Cardoso	237
Do Mundo Técnico	. . . . .	251
Biblioteca	. . . . .	257

OS ARTIGOS PUBLICADOS NESTA REVISTA SÃO DE EXCLUSIVA RESPONSABILIDADE DOS AUTORES



RODIO

As melhores referências no país e no estrangeiro

SONDAGENS RODIO, Limitada

Sondagens geológicas, estudo da resistência e permeabilidade de terrenos; laboratório geotécnico

Pesquisas de água.

Consolidação e impermeabilização de terrenos e de obras por meio de injecções de cimento, produtos químicos, argila activada, emulsão betuminosa Shellperm, etc.

Estacas de betão armado, sistema **Ródio** moldadas no solo sem trepidações.

Rebocos comprimidos por «cement gun»

Fundações em terrenos difíceis quer por congelação artificial, quer por abaixamento do lençol de água.

Sócio gerente residente em Portugal:
Walter Weyermann, Eng. civil

R. S. Mamede ao Caldas, 22, 3.º — LISBOA

Tel. 2 8685

IBRA

CIMENTOS PORTLAND BRANCOS

PATAIAS LUSO

Bons entre os melhores

PARA ACABAMENTOS

PEDRA ARTIFICIAL E MOSAICOS

TRABALHOS MARÍTIMOS

PISTAS E FAIXAS DE ROLAGEM

OBRAS DE RESPONSABILIDADE

Rua Vitor Cordon 1, 2.º — LISBOA

TELEFONES 30765/2 linhas

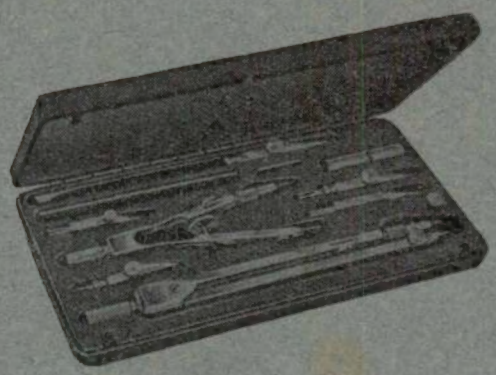
WILD

NOVAS CONSTRUÇÕES

INSTRUMENTOS PARA DESENHO

DE **AÇO INOXIDÁVEL**

MÁXIMA PRECISÃO — MAIOR DURAÇÃO



Os mais indicados para os climas tropicais

ENTREGAS IMEDIATAS OU EM CURTO PRAZO

Catálogos descritivos ilustrados ao dispor dos interessados

Representantes exclusivos para Portugal:

PIMENTEL & CASQUILHO, L.DA

Rua Eugénio dos Santos, 75 — LISBOA

TELEF. 24314/15 TELEGRAMAS TECNA

WILD
HEERBRUGG

Para impermeabilizar terraços, paredes, fundações, etc.

EMPREZA DE PRODUCTOS ASFÁLTICOS
IMPERMEABILISADOR
·IMEPA·
RUA FILIPE FOLQUE, 10-1.º-LISBOA

CONTRA A HUMIDADE

FABRICA EM SACAVÉM

TELEFONES { 4 2651 / 4 2156 TELEG. EPALDA—LISBOA

EUCLIDS

DISPONÍVEIS NA
ÁREA DO ESTERLINO

Entrega imediata

Com um completo
serviço de após vendas
por

BLACKWOOD HODGE (PORTUGAL), L.DA

Praça da Alegria 58, 5.º A

LISBOA

Telefones 3 2064 — 3 2065

Inglaterra, E. U. A., Espanha, Bélgica, Africa do Sul, Africa Oriental, Africa Ocidental, Rodésia do Norte e do Sul, Congo Belga, Angola, Moçambique, Índia, Paquistão, Ceilão, Burma, Austrália

L. M. ERICSSON

STOCKHOLM SUÉCIA

- INSTALAÇÕES TELEFÓNICAS DE TODOS OS SISTEMAS
- SISTEMAS TELEFÓNICOS POR ALTA FREQUÊNCIA
- SISTEMAS DE SINALIZAÇÃO
- INSTALAÇÕES DE VIGILANCIA E DE CONTROLE A DISTÂNCIA
- SISTEMAS DE RADIOCOMUNICAÇÕES E SONORIZAÇÃO, RECEPTORES
- INSTRUMENTOS DE MEDIDA E CONTADORES ELÉCTRICOS
- PRENSAS HIDRÁULICAS E MÁQUINAS PARA ENSAIO DE MATERIAIS

CONDENSADORES PARA CORRIGIR O FACTOR DE POTÊNCIA

- MOTORES ELÉCTRICOS
- DIVERSA APARELHAGEM TELEFÓNICA E ELÉCTRICA
- FIOS E CABOS TELEFÓNICOS E ELÉCTRICOS

Agentes Gerais em Portugal:

SOCIEDADE HERRMANN L.DA

Calçada do Lavra, 6 — LISBOA

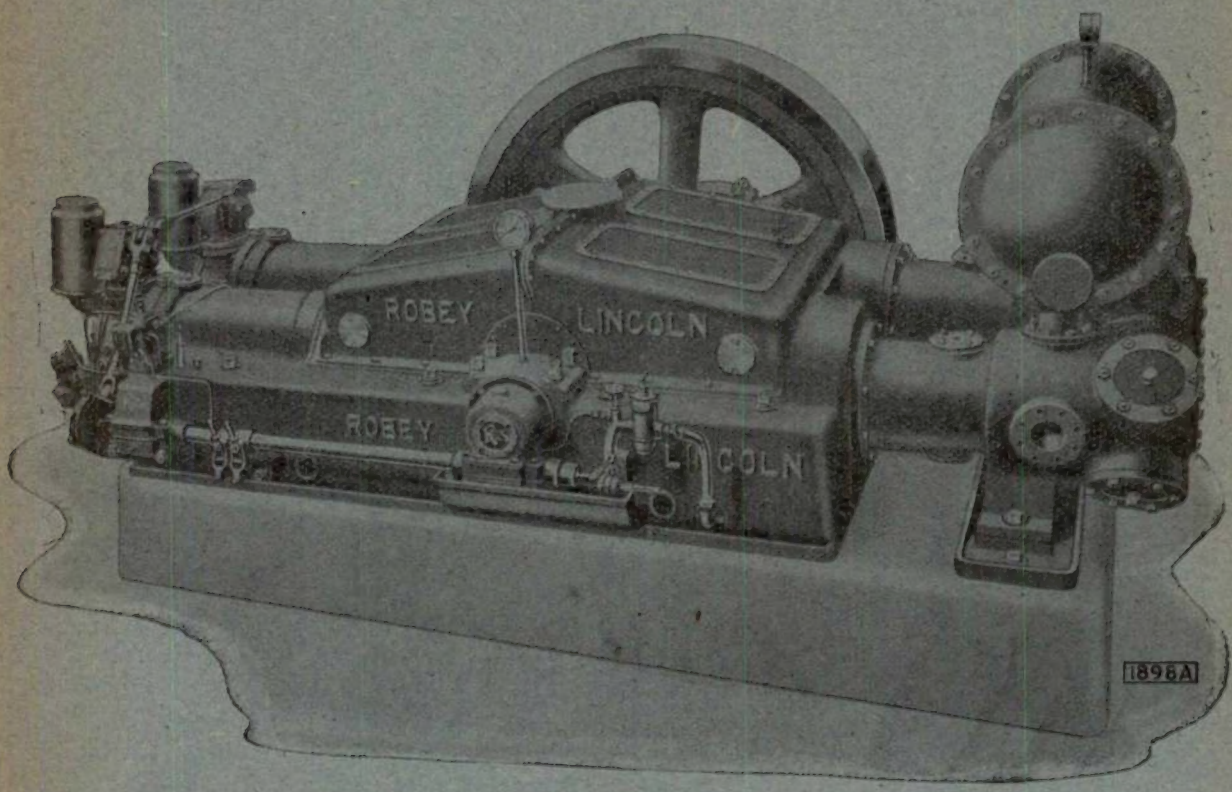
Telefones { 2 3168 / 2 3169 **Telegramas: LAVRA**

Oficina de construção e reparação de material telefónico e eléctrico

ROBEY & Co., Ltd.

A FÁBRICA INGLESA ESPECIALIZADA NA FABRICAÇÃO DE:

— MOTORES DIESEL HORIZONTAIS
— GRUPOS COMPRESSORES DE AR DIESEL
— CALDEIRAS PARA VAPOR
— LOCOMOTIVAS A VAPOR
— SEMI-FIXAS
— BRITADEIRAS E GRANULADORAS
— GUINCHOS PARA MINAS, ELÉCTRICOS E A VAPOR
— GRUPOS ELECTROGÉNEOS A VAPOR



REPRESENTANTES:

MONTEIRO GOMES, L.DA

RUA CASCAES, 47 (ALCANTARA) — LISBOA

LUANDA
RUA ANTÓNIO ENES

PORTO
R. INFANTE D. HENRIQUE, 39

FORNOS ELÉCTRICOS PARA TRATAMENTOS TÉRMICOS

Os fornos BIRLEC são usados extensivamente nas importantes indústrias de máquinas e metais em todo o mundo, permitindo um tratamento térmico preciso, uniforme e económico, incluindo: —

Temperar e revenir ferramentas e peças na grande produção.

Recozer chapas, fita, arame, etc., sem oxidação.

Tratamento de alumínio e ligas leves.

Cementar por carburização, cianidização e nitrificação.

Soldar cobre e prata.

Tratamento térmico de lingotes não-ferrosos para laminagem e extrusão.

Aquecimento por indução a alta frequência para todos os fins.

Fornos especiais, tipo transportador para grandes produções

BIRLEC BIRLEC LIMITED

Agentes:

AHLERS, LINDLEY, L.DA

Rua do Ferregial de Baixo, 33-2.º — LISBOA

Telef. 21321/4

Agentes para os fornos eléctricos de fundição:

GENERAL ELECTRIC PORTUGUESA, S. A. R. L.

Rua do Norte, 5 — LISBOA

Telef. 28135/6

LEACOCK (LISBOA), L.DA

AV. 24 DE JULHO, 16 — LISBOA

R. JOSÉ FALCÃO, 185 — PORTO

SECÇÃO DE MÁQUINAS E ELECTRICIDADE

REPRESENTANTES DE:

THE RAWLPLUG COMPANY, LTD.
Material de fixação para construção civil e mecânica.

HOOVER, LTD.
Motores eléctricos desde 1/8 até 3/4 H. P., Monofásicos e Trifásicos.

VERITYS, LTD.
Motores eléctricos desde 1 até 125 H. P.

J. A. CRABTREE & CO. LTD.
Material para instalações de luz: interruptores, fichas, tomadas, etc.
Material para instalações de força: arrancadores, disjuntores, caixas, etc.

TRANSFORMERS & WELDERS, LTD.
Transformadores de todos os tipos até à potência de 3000 K. V. A. e até à tensão de 33000 Volts.

BARTON CONDUITS, LTD.
Tubo de aço para instalações eléctricas.

EDWARD MAC BEAN & CO. LTD.
Tubo, fita e pano de tela envernizada.

MEASURING INSTRUMENTS (PULLIN), LTD.
Amperímetros, Voltímetros, Frequencímetros, Wattímetros de todos os tipos e escalas.

F. PERKINS, LTD.
Motores Diesel marítimos.

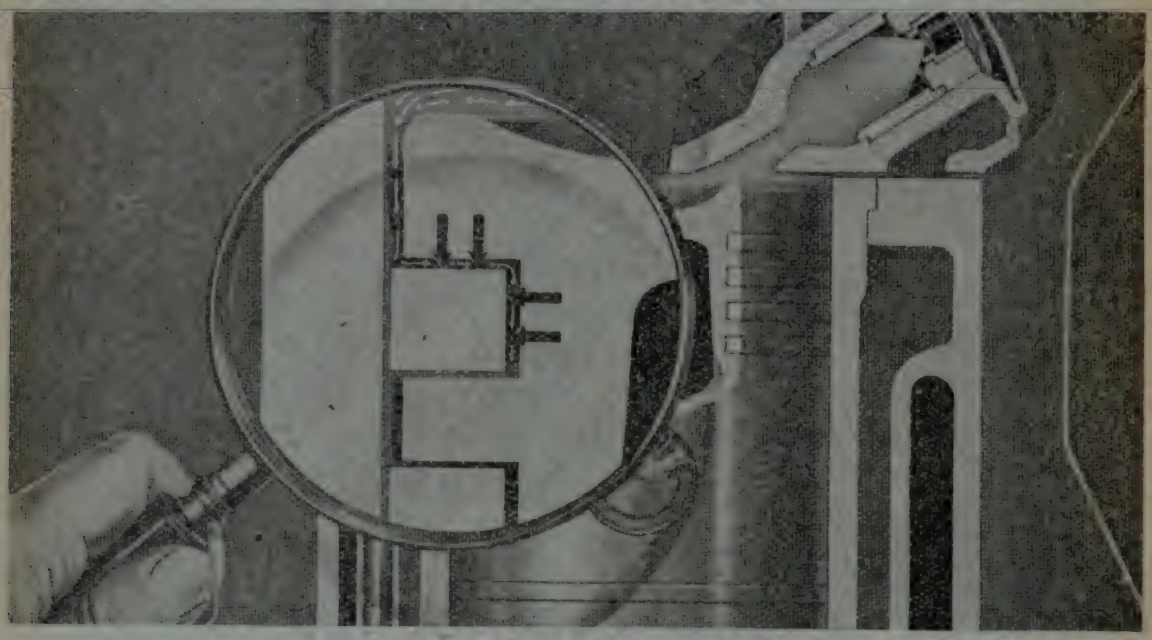
THE AUTOMATIC COIL WINDER AND ELECTRICAL EQUIPMENT CO, LTD.
Osciladores, capacímetros, texts universais, texts electrónicos, analisadores de válvulas, luxímetros, expositores para fotografias.
Máquinas para bobinar e enfitar.

GEORGE KENT
Contadores de água, de vapor e de óleo.
Tubos Venturi
Determinadores e controladores do pH, do CO_2 e pirómetros pelo processo potenciométrico.
Combustiómetros, manómetros, registadores de distâncias, medidores-registadores de caudais, medidores de orifícios em condutas para gases.

THORN ELECTRICAL INDUSTRIES, LTD.
Luz fluorescente e rádios.

ELECTRIC PANELS, LTD.
Aquecimento eléctrico.

A BATALHA DA COMPRESSÃO



Observemos com a ajuda de uma lente, a batalha travada entre o lubrificante e os gases que, da câmara de combustão, abrem caminho para a face interna do segmento superior. As setas negras mostram como o segmento é empurrado contra a parede do cilindro — cerca de 40 quilos por cm^2 que a película de óleo interposta tem de suportar, enquanto a temperatura excede 300° C.

Nestas condições exige-se do óleo que evite o contacto das superfícies metálicas e ainda que vede a passagem dos gases de combustão, para não haver potência desperdiçada.

Os lubrificantes Gargoyle que têm acompanhado sempre a evolução do motor Diesel desde que êle foi criado, resolvem todos os problemas da sua lubrificação. Hoje as soluções são:

— A série Gargoyle D. T. E. para os Motores Diesel lentos.

— A série Gargoyle DELVAC 900 para os motores Diesel rápidos.

GARGOYLE

SOCONY-VACUUM OIL COMPANY, INC.

2339

TÉCNICA

LUIZ DA CUNHA FERRAZ
DIRECTOR

ANO XXVII - N.º 208 JANEIRO 1951

UMA EXPERIÊNCIA CONCLUDENTE

C. D. 331

«O presente artigo é a tradução integral de um trabalho publicado pelo engenheiro Francesco Magri na revista L'Energia Elettrica (1).

Melhor do que quaisquer outras considerações, o próprio conteúdo do artigo — que é, porventura, discutível nalguns pontos e um pouco confuso noutros — mostrará o interesse, a actualidade e a adaptação da grande maioria dos conceitos nele expressos às condições presentes da vida económica portuguesa, em especial no que se refere ao campo da organização industrial.

A posição do operário frente ao capital é sem dúvida, no mundo moderno, o ponto crucial em que se concretizam todas as lutas, todos os desentendimentos, todos os sofrimentos actuais da humanidade.

São, pois, de louvar e seguir, nas linhas gerais, todas as tentativas enérgicas, e sinceras, levadas a cabo para atacar de frente e resolver este problema.

É indiscutível que a base *de uma solução, no caso concreto da organização industrial, só pode traduzir-se em dois princípios fundamentais, não respeitados até agora entre nós e em quási todo o mundo:*

1.º — A finalidade das empresas tem de ser *a prestação de serviços — fabricação de produtos da melhor qualidade e sua venda, aos mais baixos preços possíveis — e não a obtenção de lucros, que devem considerar-se como uma consequência e, sob o ponto de vista moral, legítimos apenas dentro de certos limites e desde que deles beneficiem, de facto, todos os que intervêm na produção.*

2.º — A finalidade atrás indicada só será atingida plenamente se a empresa estiver enformada de um espírito tal que todos os que intervêm na produção, desde o mais humilde ao mais categorizado colaborador, sejam considerados e tratados como homens, *isto é, num mesmo plano humano — o que não implica uma igualização no sentido da competência e da remuneração.*

Foram estes, afinal, os princípios em que se baseou o engenheiro James Lincoln para estruturar toda a sua experiência, adiante sintetizada pelo engenheiro Francesco Magri, e a eles se deve, em última análise, o pleno êxito conseguido.

É certo que a aplicação voluntária desses princípios só poderá resultar de uma isenção moral e de um desapêgo dos bens materiais, atributos que dificilmente se encontram nos detentores do capital, nomeadamente nos industriais.

No entanto, a experiência a que aqui nos referimos, e outras que porventura

(1) *L'Energia Elettrica* — Novembro - Dezembro, 1949.

venham a realizar-se em Portugal, poderão revelar um dos caminhos a seguir numa reforma geral de carácter obrigatório cuja urgência todos nós sentimos.

Interessa finalmente referir que a posição especial que o engenheiro ocupa dentro deste problema lhe confere possibilidades de contribuir para a resolução de muitos aspectos pendentes e, consequentemente, responsabilidades nítidas a que não pode furtar-se.

Julgamos interpretar o pensamento da «Técnica» dizendo que esta se regozijaria se, com a publicação deste aritgo, contribuisse de algum modo, dentro e fora da Escola, para a formação de uma mentalidade nova no campo das relações entre o capital e o trabalho, e, portanto, no domínio da economia nacional.

J. DE L.

ALTOS SALÁRIOS, BAIXOS CUSTOS DE PRODUÇÃO E REDUZIDOS PREÇOS DE VENDA NUMA GRANDE ORGANIZAÇÃO INDUSTRIAL AMERICANA

(Lincoln's Incentive System)

PELO ENG.º FRANCESCO MAGRI

SUMÁRIO

Uma premissa. — Os resultados. — Razões do sucesso. — Valorizar os homens. — Planos de organização. — Directrizes de colaboração. — O rendimento do trabalho. — Conselhos de Administração. — Reformas da administração. — Relações com o pessoal. — Nova filosofia do trabalho.

O problema dos salários altos e dos baixos custos de produção foi recentemente objecto de um estudo interessante e muito objectivo por parte do eng. F. Lincoln, presidente da grande Sociedade «Lincoln Electric Company».

Não se trata de uma exposição de carácter genérico e teórico, mas dos resultados de uma vasta experiência que foi um perfeito sucesso, na grande empresa da qual o Autor é o dirigente. A experiência obteve já a consagração de um sistema: O «Lincoln's Incentive System». Em França — onde se dá a estes problemas maior atenção que entre nós — o livro já foi traduzido pelo Eng. Renaud e publicado pela conhecida Casa Editora Dunod, de Paris, benemérita da cultura técnica e económica internacionais ([1]).

UMA PREMISSA

Ao expor os resultados do seu sistema, James Lincoln pôs uma premissa muito significativa que mostra como eles podem ter diversas ressonâncias quer no campo dos industriais, quer no dos operários. Efectivamente também nos Estados Unidos há industriais «muito conservadores», porventura não muitos; todavia sempre em número sufi-

---

([1]) J. F. Lincoln: Hauts Salaires. Bas prix de revient (Une expérience américane réussie). — Tradução do eng. J. Renaud. (Ed. Dunod, Paris, 92, Rue Bonaparte; 1948).

ciente para se terem em conta as suas objecções; e há também sindicalistas operários do mesmo género, que mascaram o seu conservadorismo, ou proteccionismo operário, com uma capa escarlate que, sob o rótulo das reivindicações sociais disfarça mercadoria de contrabando, e isto é o mais odioso *corporativismo*, de visão muito restrita, e contrário a qualquer processo técnico que procure modificar sistemas cristalizados e muito valorizados pelas novas aristocracias operárias que querem ter as suas condições de previlégio.

Sob este aspecto psicológico, industriais conservadores e sindicalistas operários, deste género, equivalem-se pela sua mentalidade atrasada.

Se o mundo só contasse com gente desta espécie, a *Revolução industrial* e o progresso técnico seriam ainda uma aspiração e, por outro lado, estaríamos ainda nos tempos dos que lutavam contra o uso das máquinas, isto é, 150 anos atrasados.

Cônscio destes estados de espírito, bastante difundidos, Lincoln afrontou tal género de leitores com uma afirmação categórica: «Se há algum leitor — escreve ele — que crê que o trabalhador, como ser humano, não realizou nenhum progresso social, pode fechar o livro. Se ignora que deve atribuir ao emprego das máquinas e às iniciativas da organização, mais que à exploração dos homens, a maior parte do progresso obtido nas oficinas, encontrará pouco interesse no nosso livro.»

Esta premissa vale um programa. A concepção social e *colaboracionista* do trabalho humano está na base do sistema. Por isso quando Lincoln usa os termos «trabalho» e «trabalhador», refere-se a qualquer espécie de trabalho e a qualquer categoria de trabalhadores: do operário curvado sobre o torno, ao dirigente curvado sobre livros, sobre projectos e sobre gráficos.

Os resultados conseguidos com a aplicação do sistema Lincoln não são exclusivos da «Lincoln Electric Company» e poderiam ser conseguidos em dezenas de milhares de outras emprezas espalhadas no mundo; foram realizados nos Estados Unidos mas não há razão para que não se possam conseguir noutros sítios.

OS RESULTADOS

O eng. Lincoln antes de expor o sistema, apresenta os resultados. Considerem-se dois geradores de 10 kW construídos em Setembro de 1943. Custaram, o primeiro, construído com os sistemas normais, dl. 270,36 e o segundo, com o sistema Lincoln, dl. 140,87; eis os dados numéricos:

Dados analíticos dos custos de produção de um gerador de 10 kW em 1943

Elementos	Sistema normal dl.	Sistema Lincoln dl.
Mão de obra	57,4	23,16
Matérias-primas	141,14	86,68
Despesas gerais	71,82	31,03
Custo total	270,36	140,87
Preço de venda	630,00	300,00

Este é um dos exemplos que escolhemos. Os resultados são demasiado evidentes para necessitarem de explicações. A conclusão é extremamente instrutiva. Temos, como

se vê, duas produções perfeitamente comparáveis. Apenas com o sistema Lincoln conseguiram-se os seguintes resultados:

Economia de 59,7 % no custo da mão de obra
» » 36,8 % no custo das matérias-primas
» » 58,8 % nas despesas gerais
» » 48 % no custo de produção total.

A «Lincoln Electric Company» está portanto em condições de produzir com uma economia de 48 % sobre os custos de produção e portanto de vender os geradores a que se refere o exemplo a 300 dl. em vez de 630, permitindo uma economia de 52,4 % à sua clientela.

Mas os resultados mais notáveis verificam-se na produção de grupos de soldadura a arco de potência de 3 a 75 kW no máximo, e dos eléctrodos para a soldadura. Nos Estados Unidos o volume total desta última produção é ordináriamente de 100 milhões de dolares por ano. A «Lincoln Electric Company» fabrica cerca de 30 % deste volume.

Estas produções não apresentam características tais que existam segredos de fabricação permitindo resultados particulares, salvo nalgum pormenor. No confronto do pessoal empregado as diferenças não podem ser sensíveis, os processos de fabricação não são mais complicados que os usados em oficinas mecânicas e electrotécnicas para produtos semelhantes. Naturalmente há que ter em conta que a «Lincoln Electric Company» fundada em 1 815, é actualmente a maior fábrica do mundo de grupos de soldadura a arco e de eléctrodos.

Ora esta Sociedade, para o fabrico de um grupo de soldadura de 200 A, em 1 921, empregava 110 a 120 horas de trabalho; em 1 944 as horas de trabalho estavam reduzidas a 18 a 20, com uma redução de cerca de 80 %. Diga-se, por razões de confronto, que o grupo indicado, nas suas linhas gerais, é ainda o mesmo de 1 921, salvo algumas diferenças de pormenor.

Mais impressionantes são os resultados conseguidos na fabricação de uma tonelada de eléctrodos n.º 5 de 3/16", outro produto que representa metade da produção total da «Lincoln». Também para esta produção as horas de trabalho, de cerca de 70 em 1 929, foram reduzidas a cerca de 2 em 1 944, com uma redução de 96 %. Isto é, operou-se uma verdadeira revolução nos sistemas de trabalho, cujos efeitos se fizeram sentir até nos preços de venda. Com efeito os preços do grupo de soldadura «Lincoln» de 200 A, de 1 500 dl. em 1 917, foram reduzidos a 200 dl. em 1 944 e o dos eléctrodos, de 15 cents por libra em 1 931, a 5,5 cents em 1 944.

A Sociedade, de 1 931 a 1 935, debitava ao cliente a despesa do transporte; desde 1 936 esta despesa está a cargo da Sociedade.

Para atingir uma redução tão sensível dos tempos de trabalho, foi preciso aplicar novos métodos e novas ferramentas. A redução dos tempos de trabalho não significa que a mão de obra trabalhe 5 vezes mais depressa que em 1 921, pelo contrário pode dizer-se que o esforço de trabalho é com certeza inferior, porque a *organização activa* da «Lincoln» não constitui de facto um método de exploração nem, tampouco, um *trabalho forçado* do tipo *stackanovista*.

As vantagens realizadas são devidas exclusivamente aos novos métodos de fabricação que estimulam o raciocínio e a imaginação de todos, para melhorar, do ponto de vista técnico, os métodos e os mecanismos e para dispertar em todos o desejo de realizarem com espírito de colaboração as suas tarefas. Todos os empregados estão interessados na execução rápida do trabalho, desde o mais humilde ao de grau mais elevado. Só desenvolvendo o sentido da *colaboração* nos empregados são possíveis estes resultados.

A produtividade dos operários da «Lincoln», avaliada em dólares, de 4 500 dl. no ano de 1 932 subiu a 64 000, enquanto nas outras indústrias eléctricas subiu de 4 000 a 8 000 dl.

Enquanto os preços dos eléctrodos da «Lincoln» foram reduzidos de 100 em 1 933 a cerca de 50 em 1 941, os preços dos produtos similares nos Estados Unidos subiram de 100 a 135; e enquanto os dos grupos de soldadura «Lincoln» desceram de 100 em 1 933 a 50-53, segundo a corrente (de 100 a 600 A) em 1 941, os preços dos produtos manufacturados nos Estados Unidos aumentaram de 100 para 125.

A percentagem dos salários em relação aos preços líquidos de venda, de 1 933 a 1 939, oscilam entre 32 e 33 % no sector das máquinas ferramentas e acessórios mecânicos; de 28 a 24 % na fabricação de material sanitário; de 23 a 24 % na fabricação de aparelhos de medida; de 19 a 22 % na mecânica eléctrica; de 13 a 16 % na fabricação do automóvel, enquanto na «Lincoln Electric Company» de 13 % foi reduzida a 10 %.

Mais impressionante é o contraste entre os salários dos operários da «Lincoln» e os dos operários empregados na fabricação de máquinas eléctricas nos Estados Unidos.

O salário médio anual de um operário da Lincoln, de 2 000 dl. em 1 939 (correspondente a 1 150 000 liras actuais) atingiu 5 900 dl. em 1 944 (equivalente a 3 392 500 liras actuais), isto é aumentou cerca de 3 vezes, enquanto nos outros empregos afins os salários, de 1 000 dl. em 1931 atingiram 1 500 dl. em 1 937 e 3 000 dl. em 1 944.

Com tudo isto não foram esquecidos os accionistas, visto que os lucros distribuidos pela Lincoln de cerca de 1 dl. por acção em 1 922 subiram para 6 dl. em 1 944, portanto aumentaram 6 vezes.

Os resultados conseguidos pela «Lincoln Eléctric Company» podem resumir-se do seguinte modo:

1) Redução das horas de trabalho por unidade de produção	80-96 %
2) Redução do custo da mão de obra	60 %
3) Redução do custo das matérias-primas	39 %
4) Redução das despesas gerais	57 %
5) Redução do custo de produção	48 %
6) Redução dos preços de venda	52 %
7) Aumento dos salários	295 %
Isto é 3 vezes em 15 anos.	
8) Aumento de lucros percebidos pelos accionistas	600 %
Isto é 6 vezes em 22 anos.	
9) A mão de obra quadruplicou em 20 anos.	

Como foi possível este autêntico sucesso que tem qualquer coisa de milagroso?

RAZÕES DO SUCESSO

O eng. James Lincoln não pode dar fórmulas mágicas que possam ser aplicadas sem discriminação. O sucesso é fundado sobre elementos imponderáveis, como os factores psicológicos que têm uma influência proeminente, como o desenvolvimento de aptidões e o entusiasmo de milhares de indivíduos, se bem que criar o entusiasmo e desenvolver as aptidões de milhares de pessoas não seja coisa muito fácil e não seja para todos os dirigentes industriais; ousarei dizer que é mais fácil que se verifique o contrário.

Antes de tudo é preciso lutar contra os preconceitos das massas operárias e as suas erradas concepções dos problemas económicos e sociais.

O operário médio tem uma «*filosofia*» com princípios que não admitem discussões, como por exemplo o de reduzir a produção unitária, na falsa suposição de que com isto

se consegue trabalho para todos e se lhes evita o desemprego. Segundo os operários e os seus tutores, quanto mais ràpidamente se realiza o trabalho maior risco corre o operário de ficar desempregado; portanto surgem a luta e a não colaboração, e até a sabotagem, contra todas as inovações técnicas que tendam a reduzir os custos; luta contra todos os sistemas incentivos que tendam a aumentar o rendimento do trabalho para evitar o perigo do referido *desemprego técnológico.*

O operário não é um filósofo, constata factos que estão ao seu alcance e não vai ao ponto de verificar se as suas deduções podem, por acaso, estar erradas. Não se pode deixar de dar razão ao operário se, pela sua triste experiência, é levado a concluir que quanto mais tempo levar a acabar o seu trabalho maior garantia terá de conservar um emprego. Portanto se, na realidade mais remota, o seu raciocínio parece errado, e por isso dele derivam consequências que lhe são mais prejudiciais, ele não vê, e seria necessário fazer-lhe sentir o seu raciocínio errado.

Porque é deste errado raciocínio que provêm todas as dificuldades, desde a economia do operário à nacional. Se não se afasta este preconceito, qualquer tentativa de *organização activa* está destinada a falhar.

Só quando se tiver persuadido o operário a abandonar a sua falsa concepção, se terá dado o primeiro passo. Só então será possível valorizar todas as possibilidades mais ou menos latentes e realizar o milagre que registamos, e outros até, porque as possibilidades humanas e as da técnica são ilimitadas. Sob a preocupação duma nova concepção da vida e dos seus deveres, no operário realiza-se, quase insensìvelmente, uma tranformação que faz dele um outro homem, como os operários da Lincoln que, no mundo do trabalho, parecem gente de uma nova raça mesmo no confronto com os próprios operários americanos, que atingiram um *nível de vida* muito elevado.

Isto é sobretudo devido ao facto de que a organização industrial da Lincoln, agindo de forma a estimular, consente a cada um dos seus empregados pôr à prova todas as suas possibilidades que noutra organização ficariam sempre no estado latente.

Enquanto o operário for considerado pelo industrial como um *instrumento de trabalho,* pelos políticos como uma célula da massa, e pelos sindicalistas como um *proletário,* será sempre um instrumento de trabalho, uma termita na massa caótica e um proletário no seu sindicato, um autómato da mentalidade classista, um medíocre qualquer, mas não um homem, ainda que no seu espírito incube a chama do génio. Os industriais obtusos, os políticos que buscam o favor das massas e os sindicalistas, todos se coligam para mantê-lo ao nível de uma mediocridade desesperante porque só assim o podem dominar.

VALORIZAR OS HOMENS

Com isto não deve pensar-se que todos os operários são génios compreendidos ou incompreendidos nem tão pouco que a organização Lincoln esteja povoada de tais homens, mas é certo que dar a possibilidade de pôr à prova as tendências de cada um é já uma concepção fundamental que preludia o sucesso. Para atingir isto é necessário que à frente das empresas sejam postos homens dotados, num grau elevado, das necessárias aptidões de comando, que devem ser reais e não só formais, isto é não determinadas sòmente pelo facto de eles se encontrarem, por feliz acaso, no vértice da hierarquia.

Na fábrica como num exército, os homens são como os sabe forjar o chefe e este só poderá tirar bons resultados se tiver triunfado do silencioso exame ao qual quotidianamente, durante meses, e talvez durante anos, o submeteram os seus dependentes. Só nesse caso ele poderá fazer dos seus subordinados o que quizer. A profunda fenda que se abriu entre os operários e os seus dirigentes na Itália e noutros sítios, causa de tanta ruina, é precisamente devida ao facto da maior parte dos chefes não ter «passado no exame» e os

operários terem compreendido que eles não eram dignos de ocupar um comando que tinham usurpado. Daqui as fatais incompreensões e o abismo cavado, exactamente quando era preciso uma maior solidariedade e uma maior compreensão.

Julien Benda inventou uma fórmula «la trahison des clercs» e acusou a *inteligência* de ter faltado aos seus deveres. Deve perguntar-se se também no campo dos dirigentes industriais não teria acontecido qualquer coisa semelhante. A verdade é que se verificou uma falência dos chefes, numa medida mais ou menos acentuada segundo as várias nações. Falência no sentido de que a maioria dos dirigentes não teve, e não tem, a visão de todas as possibilidades dos seus subordinados, e tem falta de confiança nos seus colaboradores. Cada um conserva-se fechado na sua casca, trabalha sem iniciativa, para que passem os dias e as semanas e receba o salário. É a maldita *rotina* dos chamados estatistas cuja obra é proverbial pelo escasso rendimento, que invadiu mesmo a indústria privada, favorita dessas estruturas mastodônticas das grandes empresas monopolistas, paraestatistas ou acabando por ser nacionalizadas, e onde cada um trabalha sem qualquer ambição e sem esperança de melhorar as suas condições. Quem tem a veleidade de tomar iniciativas é mortificado pelo desinteresse dos chefes directos e pela inércia dos companheiros de trabalho.

É preciso sair deste ambiente mortificante da vida na empresa se se querem atingir os sucessos que a «Lincoln» conseguiu.

James Lincoln não se cansa de repetir no seu livro que é preciso dar maior liberdade e responsabilidade ao indivíduo e desenvolver as suas possibilidades latentes. Para isso cada homem deve estar no seu posto a começar pelos dirigentes que devem renovar a técnica do comando se querem introduzir a compreensão entre eles e os operários.

Os operários devem ser recompensados por aquilo que valem nos resultados da produção e uma vez adoptado um sistema de compensação, se ele parece favorável ao operário, não deverão tentar-se os chamados reajustamentos de tarifas que desagradam aos que trabalham e os interpretam como uma verdadeira falta de palavra.

Todo o método que pode fazer aumentar a produção sem aumentar o preço da mão de obra, traduz-se numa vantagem superior à do aumento dos salários.

Além disso o operário deve ser considerado não como um instrumento de trabalho, mas um homem entre os homens e por isso não deve ser tratado com desdenhosa superioridade.

Na América quanto mais alto se está na hierarquia mais perto se está dos colaboradores, mesmo dos mais humildes.

Cada homem, mesmo o mais modesto, gosta de saber-se considerado por quantos o cercam e muito mais por quem o comanda.

Assemelham-se os operários a uma espécie de exército onde um comanda e os outros devem obedecer. Esta concepção é verdadeira até certo ponto. Na fábrica ninguém deve ser um executor passivo de ordens como no exército, mas deve compreender-se a racionalidade da ordem.

PLANOS DE ORGANIZAÇÃO

Estabelecidos estes princípios, é preciso fixar:

1) Um *plano de compensação de trabalho* em relação à capacidade de cada um, plano que deve convidar o homem ao trabalho e recompensá-lo segundo os seus méritos.

2) Um *plano de organização de trabalho* concebido de modo a que os trabalhadores progridam de boa vontade só pelos seus méritos. Cada um deve saber que o «melhor» vai para a frente porque é o «melhor» e por nenhuma outra razão.

3) É um erro mudar fàcilmente de pessoal; este deve estar seguro, por toda a sua vida, de permanecer na empresa, se não desmereceu, e possìvelmente, com os anos, ter percorrido uma carreira satisfatória sob o aspecto material e mesmo moral. Além disso o operário deve ter a possibilidade de vir a ser um dia o director da empresa. Se não o vier a ser, só pelo facto de que isso é possível atingiu já uma categoria superior à de operário.

4) Ao pessoal que tenha qualquer ambição no género, será preciso dar a possibilidade de manifestar as suas aptidões cedendo-lhe postos de maior responsabilidade.

5) O plano de actividade da empresa deve ser bem conhecido por todo o pessoal. *Cada um deve saber aquilo que faz, por que o faz e como deve fazê-lo para que saia bem.*

É preciso que todos participem da prosperidade da empresa: desde o operário ao dirigente, ao cliente e ao accionista, porque todos têm o mesmo interesse no sucesso da empresa. O operário não é só produtor mas também consumidor e por isso, directa ou indirectamente, é um cliente da empresa. Diminuir o preço dos produtos é o mesmo que aumentar o seu *salário real.*

A evolução do trabalho humano sob o tríplice aspecto técnico, económico e social, suprimiu a distinção das classes sociais, ou pelo menos esta está desaparecendo. Esta é uma consequência do progresso.

As classes deixaram de ser compartimentos estanques, isto é, deixaram de ser castas. Pelos fenómenos de osmose e endosmose social, a todos os homens são dadas possibilidades, que antes não tinham, de passar de uma classe, ou de um grau a outro até aos mais altos degraus da hierarquia social.

Esta nova concepção do *progresso social* tem os seus reflexos mesmo na participação dos benefícios da produção, nos quais todos devem ter o direito de participar sejam eles operários, directores ou clientes. E assim como é geralmente raro que os accionistas tenham feito muito para acrescer os lucros assim — diz Lincoln — a sua parte será mais pequena. E é o que nós sustentamos no nosso recente livro sobre o *Neocapitalismo* ([1]).

Mas embora pequena, a comparticipação do accionista — como vimos já na «Lincoln Electric Company» — foi já sextuplicada em vinte anos.

O eng. Lincoln é contrário ao chamado *paternalismo* que cria no operário ou no subordinado subserviência pelas dádivas recebidas, o que não deve existir. Nem se deve esquecer o consumidor, pelo simples facto de que os preços reduzidos estimulam as compras e estas criam novo trabalho pela exigência de uma maior produção.

Em tudo isto o Autor lembra que existe ainda um Governo que não deve intervir para nada senão para manter a liberdade, mas que, infelizmente, intervem frequentemente com a sua odiosa *fiscalização.* Isto do fisco é um *leit motiv* corrente no livro. Lincoln move aspera crítica ao sistema fiscal que dá resultados contraproducentes mesmo no referente ao Balanço do Estado. Isto demonstra que se passa a mesma coisa em toda a parte.

DIRECTRIZES DE COLABORAÇÃO

As directivas propugnadas pelo valoroso capitão de indústria são originais até na concepção social das relações entre patrões e trabalhadores. Ele é decididamente contrário aos *contratos colectivos* de trabalho que mantêm uma ameaça permanente à colaboração social entre patrões e operários, e que são o resultado da suposição de que a Indústria é constituída por dois partidos: o dos patrões e o dos operários necessàriamente em guerra entre si; o que é manifestamente falso, porque patrões, dirigentes e operários estão todos interessados no bom resultado da empreza. Ora a filosofia do *contrato colectivo* pressupõe um conflito ou determina-o.

([1]) Francesco Magri: La crisi del salariato e il neocapitalismo del lavoro. – Ed. «La Eiaccola», Milano, 1950

Segundo o Autor o erro fundamental do *contrato colectivo* é que o seu estabelecimento é o fruto de um conflito entre patrões e trabalhadores à custa do consumidor, que não é representado no conflito, mas é chamado a pagar a sua parte sob a forma de aumento dos preços que fere toda a colectividade e se reflecte na economia dos operários como consumidores e como trabalhadores, reduzindo a possibilidade de emprego.

Naturalmente o Autor é também decididamente contrário ao *Estado-patrão* de cuja intervenção na administração das emprezas dá eloquentes exemplos. Mas por que substituir o *contrato colectivo ?* pode preguntar-se.

Antes de tudo, quando se aplica um sistema de *organização activa* — como adoptou a empresa Lincoln — direcção e mão de obra trabalham juntos para o mesmo fim, que é o de fazer um produto sempre melhor para o vender a um preço sempre mais baixo. Isto não é causa de luta e não haveria razão para ela. Todos estão do mesmo lado da mesa. Este simples programa permitiu sucessos da empresa na medida indicada porque foi eliminada a luta no seio da fábrica, porque todos receberam a compensação da sua fadiga, e o resultado final da *redução dos preços* permitiu a conquista de novos mercados mundiais, criou novas possibilidades de trabalho e o emprego de uma mão de obra quatro vezes superior à inicial. Este resultado é a mais persuasiva resposta aos sindicalistas que agitam o espantalho do *desemprego técnológico.*

A condenação do *contrato colectivo* não quere dizer contudo o abandono de qualquer organização sindical da parte dos trabalhadores. Todavia também a organização sindical deve encarar a realidade e transformar-se de instrumento de guerra em instrumento de colaboração social e neste campo pode realizar tarefas vastíssimas.

Não apoiamos a crítica do Autor ao sistema do contrato colectivo. Ela poderá talvez ter a sua justificação nos Estados Unidos, mas não poderia tê-la na Itália, sendo o contrato colectivo o único sistema que tutela os interesses dos trabalhadores e não os deixa à mercê dos patrões, que não são todos da têmpera do eng.° James Lincoln!

O RENDIMENTO DO TRABALHO

Um outro ponto a considerar é o do *aumento do rendimento do trabalho.* Também aqui Lincoln afirma categòricamente que é este o dever da indústria moderna se se quere atingir o fim de eliminar o trabalho material. Por outro lado o aumento do rendimento é um estimulante da produção e traduz-se num aumento de empregos. Parece um paradoxo mas não é. O Autor dá disso alguns exemplos. Recordamos alguns.

A indústria produz um tractor que pode trabalhar 20 acres de terreno num dia em vez de 15 como se fazia dantes. Se a indústria não tivesse reduzido 14 dias de trabalho não teria havido procura de tractores. Eis como a redução de empregos na agricultura se traduz na criação de empregos na indústria.

Mas há mais: o grão produzido no campo de 20 acres foi transportado ao mercado em 30 minutos com um camião em lugar de 4 horas antes empregadas por uma carroça puxada por um cavalo. Se não se tivesse realizado esta vantagem ninguém teria recorrido aos camiões; e assim a indústria de moagem com mecanismos eléctricos não teria triunfado fazendo economizar 99 em 100 horas de trabalho.

A indústria citada, e todos os correspondentes mecanismos não teriam tido razão de existir se não tivessem sido conseguidas as vantagens indicadas, etc.

Isto que escapa a muitos é que tende a eliminar o trabalho humano. O trabalhador do futuro será um dirigente da máquina, mas não mais um executor material. E não é verdade que tudo isto cria desemprego; pelo contrário cria novos empregos que serão sempre mais empregos de controle e direcção, do que de trabalho manual. E estes novos empregos são determinados pela criação de novas necessidades e pela satisfação de velhas

necessidades que dantes era necessário reprimir pela falta de possibilidades económicas e que a redução dos preços torna acessível a um maior número de pessoas.

O problema central da racionalização é o da redução dos preços. Se não se verifica este facto, é sinal de que há qualquer roda da engrenagem que não funciona, e o progresso técnico não atinge a sua finalidade.

James Lincoln parte do princípio de que fora dos Estados Unidos há 20 vezes mais pessoas que lá dentro. Em números redondos 130 milhões no mercado interno e 2 500 milhões no total da população do mundo.

O ideal para os homens de negócios americanos é que os 2 500 milhões de pessoas, que estão para lá das fronteiras da Confederação, venham a conseguir o mesmo *nível de vida* dos americanos, sem contar que nem nos Estados Unidos se atingiu o nível de vida ideal. Pensai no vasto campo de expansão que representa ainda o mercado mundial! Deve ser esta a meta a alcançar. Naturalmente as jornadas a percorrer serão muitas. Mas isso significa que o campo do progresso técnico e económico é quase ilimitado.

CONSELHOS DE ADMINISTRAÇÃO

Que pensa o eng. Lincoln dos Conselhos de Administração? As opiniões não são todas concordantes e isto resulta do facto de que cada um considera as novas instituições do ponto de vista dos próprios interesses. Uma das dificuldades a transpor depende do facto de que em matéria de valorização do trabalho não se têm ideias precisas. Como determinar o *justo salário,* isto é o justo preço do trabalho?

O critério de determinação varia de época para época mesmo para a determinação do que nós chamamos o *salário real.*

Também no assunto de organização sindical as opiniões são diversas. Aqui é preciso exactamente que se chegue a um mínimo de compreensão para que se chegue a um acordo entre patrões e operariado.

Se os Sindicatos não devem ser senão uma organização criada com o fim de dificultar o pacífico desenvolvimento da produção, pedindo só aumento de salários e redução de horários, sem procurar um correspondente maior rendimento no trabalho, criar-se-à só aumento de preços e provocar-se-à a revolta dos consumidores, antes ainda da reacção dos industriais. Mas se os Sindicatos, ao mesmo tempo que querem proteger os interesses dos operários, procuram colaborar no maior rendimento de trabalho e na diminuição dos preços, o seu futuro está assegurado.

Um programa que se proponha melhorar o nível de vida não só dos operários do sindicato, mas de todos, é no fim um meio como qualquer outro de aumentar os consumos e portanto a produção. Por isso deve ser estimulado.

Porém como na empresa é indesejável qualquer organização com carácter militar, assim os Sindicatos dando aos seus aderentes o carácter de um complexo de classe e um nivelamento comum, acabam por comprometer a sua vitalidade. Por outro lado nem sequer se pensa nisto num país como os Estados Unidos, País da liberdade e do individualismo.

À luz a que Lincoln considera os Sindicatos, os Conselhos de Administração podem aceitar-se porque agem respeitando estes três princípios fundamentais:

1) O fim da empresa é o de fabricar um produto cada vez de melhor qualidade e vendê-lo cada vez mais barato.

2) O *salário por tarefa* é a única maneira de compensar equitativamente o trabalho do operário.

3) Uma grande parte das economias realizadas com os métodos técnicos de fabricação deve reverter em benefício do consumidor sob a forma de redução dos preços.

Com estes princípios funcionam os Conselhos de Administração instituídos desde 1 914 junto das organizações da «Lincoln Electric Company».

REFORMAS DA ADMINISTRAÇÃO

1) Em 1 914 a semana de trabalho na «Lincoln» foi mudada de 55 horas, adotada em todos os Estados Unidos, para 50 horas e, simultâneamente foram aumentados os salários de 10 %. Previa-se um aumento de rendimento superior ao aumento da despesa nos salários que permitisse uma conveniente redução dos preços, o que aconteceu. A diminuição dos preços naturalmente provocou um aumento de encomendas igual ao maior consumo.

2) Em 1 915 generalizou-se o sistema do *trabalho por tarefa*.

3) Em 1 917 foram criadas as *contas económicas* para cada empregado para a compra de acções da Sociedade. Este sistema transformou em accionistas cerca de metade dos empregados e actualmente todas as acções estão na posse dos operários que trabalham na Sociedade e são pensionistas da mesma.

4) Em 1 918 foi criada uma *Apólice de seguro* sobre a vida de cada empregado com pensão até ao máximo de 2 000 dl. (correspondente a 1 150 000 liras) aos herdeiros em caso de morte do segurado, a expensas da Empresa.

5) Em 1 920 foram introduzidas as *férias pagas* para todo o pessoal da Sociedade. Desde essa época, até agora, no mês de Agosto, durante 15 dias todo o pessoal tem férias.

6) Em 1 934 é introduzido o sistema dos *bonus* ou prémios pagáveis no mês de Dezembro, variáveis segundo os lucros obtidos pela Sociedade. Estes prémios foram sempre pagos até agora mas não são garantidos, dependendo apenas dos lucros da Sociedade. Estes prémios representam o que fica de lucro depois da distribuição dos dividendos, o pagamento dos impostos, as amortizações e as reservas. Trata-se de um verdadeiro *sistema de comparticipação nos lucros.*

7) Em 1 936 foram instituídas as pensões operárias que nos Estados Unidos não foram ainda generalizadas por lei.

8) Desde 1 941 foi posto de parte todos os anos um fundo de um milhão de dolares para o desemprego. Os operários empregados durante o período da guerra tinham atingido o dobro do número normal, mas cerca de metade dos operários de antes da guerra tinham sido mobilizados. Ora, quando voltassem, era preciso readmiti-los e portanto era preciso despedir os últimos admitidos. Não se podia atirar com estes para a rua. Esta medida tão humana e de tão elementar compreensão foi interpretada pelo fisco americano como uma subtracção aos fundos taxáveis. A Sociedade Lincoln foi citada, sob o artificioso pretexto de que, aumentando fundos, tentava subtrair-se ao pagamento dos impostos.

A Comissão de Investigação Vinson, encarregada do inquérito, não quiz acreditar nas afirmações da Sociedade, de modo que o projecto foi abandonado.

9) Todo o pessoal mobilizado é sempre considerado como pertencendo à Sociedade, despedido provisòriamente, e nesta situação gosa de todas as vantagens atribuídas ao pessoal activo e retoma o trabalho nas mesmas condições em que o deixou.

RELAÇÕES COM O PESSOAL

É também interessante conhecer como são tratados os vários problemas em face do Conselho de Administração.

A premissa necessária para tratar com os representantes dos trabalhadores é a de colocar-se num terreno de honestidade e sinceridade absolutas e não adoptar subterfúgios de qualquer espécie para esconder a realidade da situação da indústria. Sem um mínimo de honestidade é perfeitamente inútil manter um Conselho de Administração, que de

organismo activo se transformaria numa vã academia na qual cada parte trataria de enganar a outra.

«Se o presidente ou o director da Sociedade — escreve o Autor — quere deformar os factos deante do Conselho de Administração, faria melhor dissolvendo-o».

«Suponhamos, por exemplo, que havia um pedido de aumento de salários. O argumento clássico usado pelos patrões é o de dizer que a Sociedade não pode pagar os salários pedidos sob pena de ir para a falência. Isto é evidentemente falso. Se o director não sabe dizer outra coisa melhor que isto, não devia ter nenhum poder. Se há uma coisa verdadeira no mundo é que em toda a organização industrial, com condições convenientes, os salários poderiam ser aumentados, duplicados, triplicados ou até decuplicados. Se o pedido tem em vista um aumento de salários, o director deveria ficar extremamente satisfeito porque se lhe oferece a ocasião de expor o que ele e os seus subordinados devem fazer para obter o aumento pedido, pondo assim os representantes dos trabalhadores em frente da responsabilidade concreta».

O negar *a priori* qualquer possibilidade de discussão é, segundo Licoln, um péssimo sistema.

Uma outra condição necessária é a de assegurar a cada membro do Conselho de Administração a liberdade de expor o seu ponto de vista.

Por fim é preciso destruir alguns preconceitos que ainda circulam no mundo operário. A maior parte dos trabalhadores crê que quanto menos trabalhadores mais assegurada a continuidade do trabalho, como também muitos creem que os salários dependem da generosidade do patrão. É preciso deitar abaixo este castelo de erros.

Num vasto capítulo o Autor alarga-se na explicação do sistema do *trabalho por tarefa* e as suas aplicações. Razões de espaço impedem-nos de tratar a fundo o assunto específico; fá-lo-emos pròximamente.

NOVA FILOSOFIA DO TRABALHO

Todo o conteúdo do livro se resume em uma *nova filosofia do trabalho,* filosofia que não se traduz num novo método para obter mais trabalho e dar menos salário, mas pelo contrário num novo sistema para tornar todos os ramos da indústria mais úteis à humanidade.

O sucesso do sistema depende muito de factores psicológicos. Antes de tudo é preciso haver entusiasmo. Nunca se devem no entanto esquecer os fins a atingir: aumentar os ganhos dos operários e o rendimento do capital, mas realizar a diminuição dos preços dos produtos de consumo. Se por egoismo dos trabalhadores e dos patrões se fica apenas nos dois primeiros objectivos, todo o sistema rui. Um conluio entre operários e patrões pode dar bons resultados por um certo período de tempo, mas depressa a situação muda radicalmente. Patrões e operários podem aumentar os seus lucros e salários, mas à custa dos consumidores com o encarecimento dos preços que, por sua vez, influe sobre o consumo e sobre todo o processo do trabalho e, principalmente, sobre a ocupação dos trabalhadores.

Isto é intuitivo e não perderemos tempo a demonstrá-lo.

Com o novo sistema, para obter resultados positivos, é preciso preparar o espírito dos operários. Eles devem estar convencidos da eficiência do sistema se por convicção se devem tornar colaboradores, mas também devem estar convencidos os próprios dirigentes. A grande dificuldade que deverá ser vencida pelos dirigentes da empresa é a de transmitir a sua fé a toda a empresa.

James Lincoln — forte pela sua longa experiência, de mais de um quarto de século — juntou, no seu livro, alguns conselhos práticos.

Segundo ele, o primeiro problema a resolver da parte do dirigente da empresa é o da *formação dos quadros* e de saber cercar-se de colaboradores directos que estejam à altura do seu posto e capazes por sua vez de fazer agir os seus subordinados segundo as novas directivas. Estas terão dificuldade em entrar no espírito dos auxiliares e dos operários, porque difìcilmente os homens aceitam as ideias novas sem uma certa relutância.

O segundo problema é o de ter um programa de fabricação bem definido e com um produto de saída segura que possa ser posto à venda a preços sempre decrescentes Está aqui todo o segredo do sucesso.

Por isso os dirigentes devem estar à altura das novas tarefas.

O director de uma grande empresa deve ser um guia, um chefe, um conselheiro, mas não um capitão no sentido militar da palavra.

Não há fórmulas a indicar para a organização activa. Ela é uma *filosofia do trabalho* e não uma *rotina.*

Podem no entanto dar-se algumas indicações sugeridas pela experiência. Não se trata de regras, mas de uma ideia que Lincoln expôs no seu livro e que nós resumimos:

1) Decidir que os métodos da *organização activa* serão adaptados e que se fará tudo quanto é necessário para aplicá-los.

2) Determinar quais produtos e que programa de fabricação a Sociedade intenta elaborar para aplicar a fórmula de a produzir sempre mais e sempre ao mais baixo preço.

3) Obter a adesão completa e expontânea de todos os colaboradores para atingir o sucesso.

4) Falar francamente aos subordinados tanto para louvar como para censurar, e dar-lhes a possibilidade de discutir ou de se justificarem.

5) Ter vistas suficientemente largas. Não se contentar com um rendimento um ponco melhor e considerá-lo suficiente, mas não pôr limites ao progresso técnico com vista a reduzir os custos e os preços mas aumentando os salários e os dividendos.

6) Não se deve olhar apenas ao resultado financeiro, mas também ao de fazer uma obra digna neste mundo: ser homens mais úteis e progredir no sentido desejado pelo Criador.

7) É preciso dar a cada homem o posto mais adequado às suas aptidões.

* * *

Quisemos dar uma ampla síntese do conteúdo do livro do Director da «Lincoln Electric Company» para dar a conhecer as modernas orientações técnicas, económicas e sociais de uma grande organização industrial conhecida em todo o mundo.

As ideias do eng. Lincoln fizeram já escola e tem já executores convictos nos Estados Unidos. Auguramos que também os industriais italianos fiquem a meditá-las e, na medida das suas possibilidades, a pô-las em prática.

Um estudo dos minérios de ferro portugueses sob o ponto de vista siderúrgico

DR. ENG.º AGOSTINO BARGONE
(Professor do I. S. T.)

ENG.º VÍTOR PINTO PINHEIRO
(Assistente do I. S. T.)

(Conclusão)

C. D. 669.1

2 — **Breves notas sobre os minérios de ferro portugueses** — Os jazigos de ferro existentes em Portugal são numerosos; até agora, foram executadas explorações geológicas e mineiras nos jazigos de Guadramil, Vilacova do Marão, Moncorvo, na região de Évora-Beja e na de Cercal-Odemira e assinala-se a presença de minérios de ferro em quantidades tais que parecem poder ser aproveitados industrialmente em Viana do Castelo, Póvoa de Varzim, Buçaco, Alvaiázere, Ferreira do Zêzere, Vinhais, Elvas, Moura, Serpa, Orada, Barrancos, etc.

Naturalmente, para este estudo apenas tomámos em consideração aqueles minérios para os quais se dispunha de elementos referentes a reconhecimentos geológicos e mineiros e de análises oficiais e que pudemos recolher nas publicações dos Serviços de Fomento Mineiro, com excepção para o minério do jazigo de Orada, para o qual, à falta de elementos oficiais e de resultados de análises da mesma origem tomamos valores de que dispomos e que nos parecem dignos de certo crédito — mas para os quais fazemos todas as reservas, dado o superficial reconhecimento do jazigo e o excepcional teor em Fe apresentado —. No entanto, àparte pequenos afastamentos, foram obtidos resultados bastante concordantes em análises executadas no laboratório do Serviço de Fomento Mineiro.

Damos a seguir e para cada um dos minérios que fazem parte deste trabalho umas notas resumidas.

GUADRAMIL — Segundo um trabalho da autoria dos engenheiros A. da Silva Neto e F. Soares Carneiro[8], trata-se de um jazigo de hematite de boa qualidade a que corresponde a seguinte análise

$Fe = 51{,}16\,\%$; $SiO_2 = 7{,}92\,\%$; $Al_2O_3 = 4{,}16\%$; $CaO = 0{,}46\,\%$; $MgO = 0{,}03\,\%$; $Mn = 0{,}03\,\%$; $P = 1{,}26\,\%$; $S = 0{,}12\,\%$; $TiO_2 = 0{,}44\,\%$.

Esta análise indica, com efeito, uma discreta concentração em ferro (51%), acompanhado de uma percentagem não muito elevada de $SiO_2 + Al_2O_3$ (12%); mas também indica uma percentagem de fósforo tal que torna este minério capaz, apenas para a fabricação de gusa convertível em aço pelo processo Thomas.

Porém, segundo um estudo recente do Professor J. M. Cotelo Neiva[9], parece antes que este jazigo é constituído quase exclusivamente por siderite com uma camada superficial de limonite, proveniente da alteração da própria siderite.

Os valores analíticos fornecidos pelo Prof. Cotelo Neiva, são os seguintes:

siderite: — $Fe = 40 - 43{,}5\,\%$; $SiO_2 = 3 - 5{,}5\,\%$; $CaO = 1{,}6 - 3{,}7\%$; $P = 0{,}35 - 0{,}69\%$; $S = 0{,}05 - 0{,}15\,\%$.

limonite: — $Fe = 50{,}5 - 52{,}5\%$; $SiO_2 = 6 - 9\%$; $Mn = 0{,}01 - 0{,}03\,\%$; $P = 1{,}14 - 1{,}76\,\%$; $S = 0{,}09 - 0{,}32\,\%$.

As reservas calculadas são de cerca de 600 000 toneladas para a limonite e de 3 500 000 para a siderite.

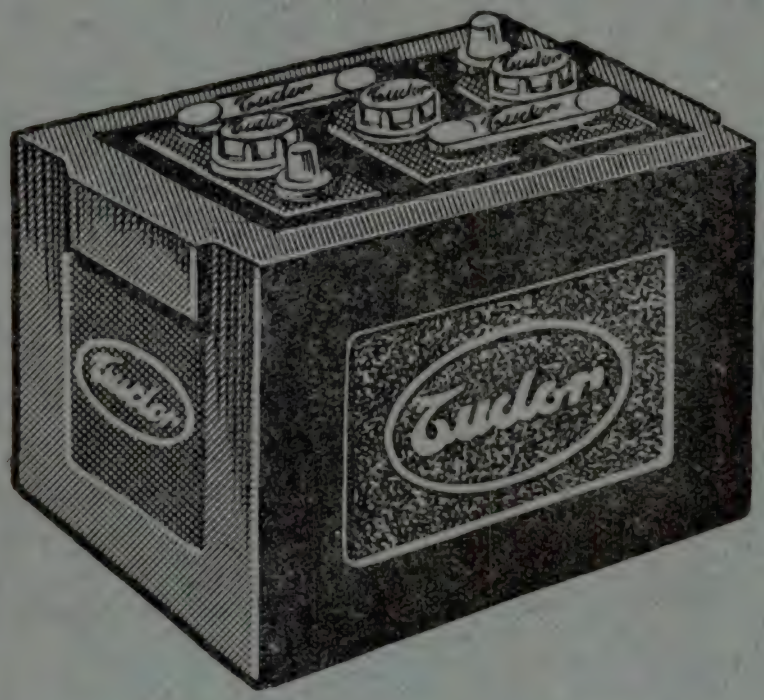
Claro que, pelo que respeita ao nosso estudo, esta disparidade na natureza do minério e, naturalmente, das análises, deixou-nos um pouco perplexos, considerando também que não se pode ter em conta as 600 000 toneladas de limonite superficial, de modo o poder tomar a média aritmética como valor analítico médio.

Por outro lado, sabe-se que, antes de serem tratadas no alto forno, as siderites devem ser calcinadas a fim de eliminar

BATERIAS DE ARRANQUE

- 15 ANOS DE FABRICAÇÃO EM PORTUGAL
- 15 ANOS AO SERVIÇO DO AUTOMÓVEL

- MAIOR DURAÇÃO
- TÉCNICA MODERNA



- FABRICAÇÃO RECENTE
- FAMA MUNDIAL

QUEM COMPROU BATERIAS SÓ QUER . . .

— À VENDA EM TODAS AS BOAS CASAS DA ESPECIALIDADE —

ESTAÇÕES DE SERVIÇO EM LISBOA:

AVENIDA ALMIRANTE REIS, 68 — Telef. 51948

RUA DO ALECRIM, 99 — Telef. 20823

ATELIERS NEYRET-BEYLIER & PICCARD-PICTET

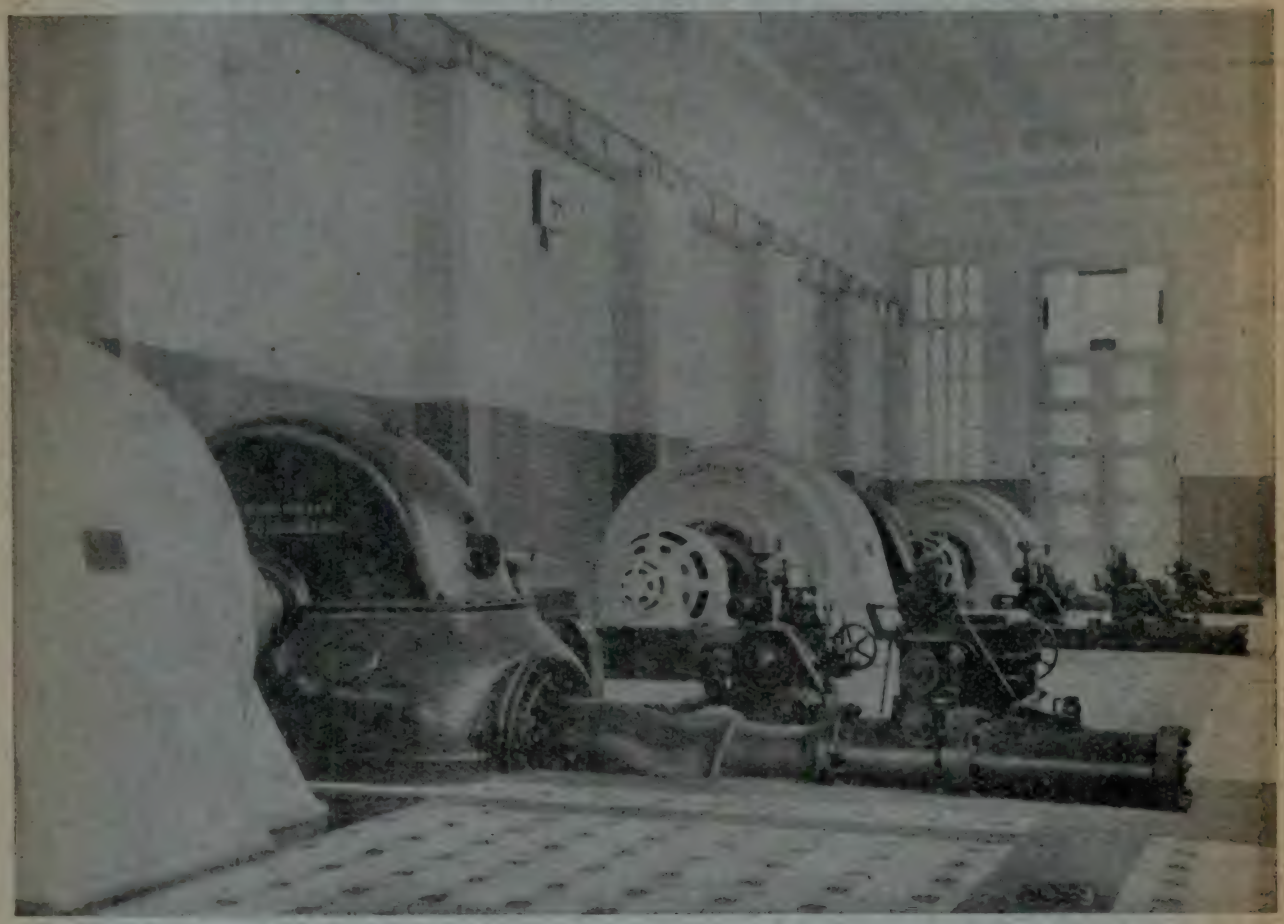
GRENOBLE

LABORATÓRIO DE ENSAIOS HIDRÁULICOS

EQUIPAMENTOS DE QUEDAS DE ÁGUA

HIDRÁULICA AGRÍCOLA — REGA

EQUIPAMENTOS DAS GRANDES BARRAGENS



Central de «BISSORTE»
3 turbinas **"PELTON"** de 40.000 CV, s/1.130 m.

EM PORTUGAL:

LABORATÓRIO DE HIDRÁULICA
NA AMADORA

"NEYRPIC"

R. Vice-Almirante João António de Azevedo Coutinho
AMADORA Telef. VENDA NOVA 48

o CO_2 presente e que com esta operação a análise do minério varia completamente.

Assim e porque a este respeito não temos dados precisos, somos forçados a não incluir este minério no nosso estudo, mas reservamo-nos para o tomar em consideração em um trabalho futuro.

VILACOVA DO MARÃO — Segundo um trabalho do engenheiro J. L. Guimarães dos Santos e do professor J. M. Cotelo Neiva[10], os minérios de Vilacova do Marão são constituídos por magnetite e podem ser classificados em três tipos

		mínimo	média	máximo
Fe_3O_4	tipo I	54	62	70
	tipo II	44	47	50
	tipo III	30	35	40
Ganga	tipo I	46	38	30
	tipo II	56	53	50
	tipo III	70	65	60

Segundo o Serviço de Fomento Mineiro, este minério tem a seguinte composição:

$Fe = 49{,}48\,\%$; $SiO_2 = 23{,}15\,\%$; $Al_2O_3 = 2{,}83\,\%$; $CaO = 1{,}96\,\%$; $MgO = 0{,}18\,\%$; $Mn = 0{,}11\,\%$; $P = 0{,}28\,\%$; $S = 0{,}037\,\%$; $TiO_2 = 0{,}41\,\%$.

As reservas calculadas são de 6 000 000 de toneladas, as previstas de 10 milhões e as reservas possíveis ascendem a 20 milhões de toneladas.

Segundo os mesmos autores, este minério pode ser concentrado por via magnética dando lugar a um concentrado de magnetite quase puro.

É necessário aqui considerar que sob o ponto de vista siderúrgico, a magnetite interessa não só pelas suas propriedades físicas mas também pelo seu fácil enriquecimento e de modo muito especial porque ou se apresenta com uma ganga nìtidamente básica (ver análise do minério italiano da Cogne e da magnetite sueca de Dannemora) e com concentração muito baixa em fósforo, de modo tal que origina uma gusa quase isenta de impuresas, ou então apresenta-se nìtidamente fosforosa ($\frac{P}{100\,Fe} = 1{,}7$ — minérios suecos de Kirunavara e Gellivara de modo a poder ser empregada como material de enriquecimento dos leitos de fusão de alto forno para a produção de gusa Thomas.

Em consequência disto, se a magnetite apresenta análise inferior à da hematite, e àparte o necessário enriquecimento, é preferível trabalhar com boas hematites que são muito fàcilmente reductíveis do que as primeiras.

Com efeito, sabe-se que, especialmente para os altos fornos a carvão de madeira se costuma calcinar a magnetite para a transformar, em Fe_2O_3 segundo a reacção $2\,Fe_3O_4 + 1/2\,O_2 \rightleftarrows 3\,Fe_2O_3 + 47\,000$ kcal. a qual se apresenta muito porosa e portanto mais fácil de reduzir.

No entanto, se a magnetite de Vilacova do Marão pode ser enriquecida a tal ponto que se obtenha econòmicamente uma alta concentração em ferro (àparte o custo da necessária aglomeração), o que se disse anteriormente pode não interessar para este minério.

MONCORVO — Estes jazigos são constituídos por hematites e, considerando Reboredo e Cabeço da Mua parece tratar-se, segundo vários autores [11], de um dos maiores jazigos da Europa com reservas prováveis de centenas de milhões de toneladas.

Segundo o professor Cotelo Neiva[12], devem-se considerar três tipos de minério:

	Espec.º (23 %)	Martít.º (7 %)	Espec.º e martít.º (70 %)
Quartzo	20,5	15	22
Especularite e martite	68,5	76	43,5
Siderite e clorite . . .	5,0	9	4,5

Em uma publicação do Serviço de Fomento Mineiro, dá-se a seguinte análise para este minério:

$Fe = 54{,}36\,\%$; $SiO_2 = 15{,}15\,\%$; $Al_2O_3 = 4{,}98\,\%$; $CaO = 0{,}07\,\%$; $MgO = 0{,}015\,\%$; $P = 0{,}29\,\%$; $S = 0{,}02\,\%$.

É necessário notar que as hematites de Moncorvo não parecem ser fàcilmente concentráveis, pelo menos no que respeita ao aspecto económico do problema; com efeito dada a granulometria muito fina do material, torna-se necessária uma moagem que resultaria muito onerosa. A separação magnética daria lugar, ainda segundo valores indicados pelo professor Cotelo Neiva, a um enriquecimento de 10 a 15 %.

Além do que acima se diz e em virtude de trabalhos recentemente efectuados e de que temos conhecimento, resulta que algumas camadas mostram cerca de 55 % de Fe e 13 % de SiO_2, que outras apresentam um teor de Fe de 50 % e uma percentagem de SiO_2 de 20 % e finalmente, que as camadas mais possantes se mostram ainda mais pobres em ferro e mais ricos de sílica, o que se confirma também com os valores limites dados pelo prof. Cotelo Neiva (loc. cit) de 43-62 % de Fe e 8-20 % de SiO_2.

Por outro lado, todas as hematites de Moncorvo têm uma alta concentração em fósforo (0,29 % a 0,43 %).

Região de Évora-Beja — Das publicações do Serviço de Fomento Mineiro [13], e referentes a estes jazigos de magnetite tomamos os seguintes valores:

Jazigos	% Fe	% SiO_2	% Al_2O_3	% CaO	% MgO	% Mn	% P	% S
Alvito	46,66	14,03	3,55	1,48	—	0,34	0,20	2,49
Monges n.º 1	44,67	13,78	2,68	3,39	0,28	0,78	0,15	2,52
Nog.ª, Defesa, Serrinha, etc. . .	41,60	10,52	—	2,13	—	1,52	0,10	4,00

O jazigo mais importante tem reservas calculadas em cerca de 700 000 toneladas. Por outro lado, os jazigos mais prometedores sob o ponto de vista analítico encontram-se completamente esgotados.

Certo é que se trata de um minério piritoso que deveria ser prèviamente ustulado, antes de ser carregado no alto forno; por outro lado, como não conhecemos a sua concentração em enxofre depois da ustulação e dada as suas escassas reservas, não o tomamos em consideração neste nosso estudo.

Cercal – Odemira — Os jazigos de minérios de ferro desta região encontram-se perfeitamente estudados e os resultados desses trabalhos estão publicados pelo Serviço de Fomento Mineiro [14].

Por outro lado, os valores encontrados em outros trabalhos [15], são muito concordantes com os atrás referidos, mesmo no que se refere ao valor das reservas previstas.

Trata-se de hematites e limonites manganesíferas que apresentam as seguintes análises:

Filão A Fe = 41 — 50 %; SiO_2 = 5 — 12 %; Al_2O_3 = 0,3 — 7 %; Mn = 6,5 — 17 %; P = 0,1—0,35 %; S = 0,07—0,32 %.

Filão B Fe = 43 — 53 %; SiO_2 = 2 — 10 %; Al_2O_3 = 12 — 15 %; Mn = 7 — 12 %; P = 0,06—0,14 %; S = 0,29—0,34 %.

A alta concentração em manganés torna este minério pouco próprio para a fabricação de gusa comum; por outro lado a sua alta concentração em fósforo torna-o também menos conveniente para a produção de gusa especular enquanto que, seja pela sua baixa percentagem de manganés, seja pelo alto teor de fósforo não se pode tomar em consideração para o fabrico de ferro-manganés. A este propósito lembramos que tanto para o fabrico desta ferroliga, como para o fabrico de gusa especular, o teor dos minérios em fósforo não deve exceder 0,225 % [16].

Poderia no entanto servir como minério para lotar, enriquecendo os leitos de fusão em manganés, quando os outros minérios carregados não contenham quantidade bastante deste elemento.

Também este minério, pelas razões ex-

postas, não foi tomado em consideração neste nosso estudo a não ser como minério de lote para o cálculo do leito de fusão com mistura de minérios portugueses.

ORADA — Como já se disse, não possuímos muitos elementos sobre este minério, embora se saiba que o Serviço de Fomento Mineiro já efectuou trabalhos sobre este jazigo.

Sande Lemos e Abilino Vicente [17], indicam para este minério a seguinte análise:

$Fe = 49{,}40\,\%$; $SiO_2 = 12{,}10\,\%$; $CaO = 0{,}86\,\%$; $P = 0{,}018\,\%$; $S = 0{,}011\,\%$.

Por outro lado os valores analíticos tomados de um estudo do eng.º Achille Cryns indicam:

minério rico: $Fe = 64{,}00\,\%$; $SiO_2 = 4{,}00\,\%$; $Al_2O_3 = 1{,}30\,\%$; $CaO = 1{,}10\,\%$; $Mn = 0{,}036\,\%$; $P = 0{,}007\,\%$; $S = 0{,}096\,\%$; $MgO = 0{,}14\,\%$;

minério médio: $Fe = 52{,}03\,\%$; $SiO_2 = 11{,}10\,\%$; $Al_2O_3 = 4{,}80\,\%$; $CaO = 4{,}80\,\%$; $Mn = 0{,}15\,\%$; $P = 0{,}02\,\%$; $S = 0{,}028\,\%$; $MgO = 1{,}10\,\%$.

Além destes minérios naturais é necessário ter em devida consideração as cinzas de pirite, das quais em Portugal se produz actualmente cerca de 100 000 toneladas por ano. É de crer que dentro de pouco tempo esta produção aumente para cerca de 140 000 toneladas por ano com a entrada em laboração das instalações de sulfato de amónio. Esta matéria-prima apresenta a seguinte análise média:

$Fe = 62\,\%$; $SiO_2 = 5 - 6\,\%$; $Al_2O_3 = 4\,\%$; $CaO = 1 - 2\,\%$; $Mn = 0{,}07\,\%$; $P = 0{,}004\,\%$; $S = 1{,}20\,\%$.

Portanto este produto não pode ser ignorado em siderurgia, mas, naturalmente, antes de ser introduzida no alto forno a cinza de pirite deve sofrer uma aglomeração em instalações tipo Dwight-Lloyd.

3 —

As análises escolhidas para o nosso trabalho estão indicados para os minérios portugueses e estrangeiros, respectivamente, nas tabelas n.º 3 e n.º 4; em qualquer uma delas, julgámos conveniente indicar a proveniência das análises com o fim de ressalvar a hipótese, seja para os minérios portugueses, seja para os minérios estrangeiros, de que a análise indicada não corresponda aos valores reais (por exemplo, em nossa opinião, a concentração em ferro indicada para o minério da ilha de Elba é um pouco superior à que ele realmente possui) e de que, por isso, todos os nossos cálculos possam ter valor, apenas em relação a estas análises.

Tendo em consideração que para todos os minérios portugueses não encontrámos indicações àcerca da percentagem de humidade e da perda ao fogo, é preciso notar que, por essa razão, fomos obrigados a tomar para o nosso trabalho as referidas análises como dizendo sempre respeito a minério seco.

Entre os minérios estrangeiros, considerámos oportuno incluir o minério alemão de Giorg, com o fim de mostrar não só um exemplo de minério pobre, mas ainda de indicar qual é o minério típico que deve ser tratado com o processo Renn-Krupp.

Do exame da tabela n.º 3 vê-se que, excepção feita para o minério de Orada, todos os outros minérios se apresentam com uma concentração em fósforo demasiadamente elevada para a produção de gusa comum ou de gusa hematite para ser convertida em aço e muito baixa para ser tomada em consideração como fosforosa para a fabricação de gusa Thomas. Pertencem antes, pelo que respeita à sua concentração em fósforo aquele grupo que em siderurgia se chama de «minérios bastardos» [18].

Recordemos agora o que foi dito logo no início deste trabalho que não era sua finalidade considerar sequer a possibilidade de instalação de uma indústria siderúrgica no País, mas simplesmente a de obter alguns dados pelos quais se pudesse avaliar das possibilidades de tratamento económico dos minérios e, se alguns são considerados separa-

TABELA N.º 3

Jazigo	Composição química (%)								Proveniência da análise
	Fe	SiO_2	Al_2O_3	CaO	MgO	Mn	P	S	
Orada rico	64,00	4,00	1,30	1,10	0,14	0,036	0,007	0,096	Eng.º Achille Cryns
Orada médio	52,03	11,10	4,80	3,10	1,10	0,15	0,02	0,028	»
V. C. do Marão	49,48	23,15	2,83	1,96	0,18	0,11	0,29	0,037	Serviço Fomento Mineiro
Moncorvo I	54,36	15,15	4,98	0,07	0,015	0,35	0,29	0,02	» » »
Moncorvo II	50,0	20,0	4,98	0,07	0,015	0,35	0,29	0,02	Análise do concessionário
Cercal — Odemira	46,94	8,24	2,36	—	—	8,78	0,21	0,26	Serviço Fomento Mineiro

TABELA N.º 4

Jazigo	Composição química (%)										Proveniência da análise
	Fe	SiO_2	Al_2O_3	CaO	MgO	Mn	P	S	hum.	p. a. f.	
Dannemora	52,44	9,30	1,49	5,20	5,66	1,70	0,004	0,027	—	—	Boletim D. G. I. — Junho 1942
Cogne	55,85	8,33	0,71	0,50	6,90	0,38	0,006	0,01	—	—	Piccinini-Ghisa e acciaio (análise média)
Santander	59,00	3,4	1,6	0,7	1,0	0,46	0,04	0,07	9,5	—	Hütte — Manuel de l'ingenieur metallurgiste
Elba	63,00	6,00	3,5	0,2	0,3	0,05	0,01	0,17	—	—	Hütte — Manuel de l'ingenieur metallurgiste
Málaga	58,6	5,4	3,6	3,7	0,7	0,14	0,075	0,16	3,6	—	Hütte — Manuel de l'ingenieur metallurgiste
Giorg	26,68	28,06	9,64	5,42	2,85	0,13	0,34	—	7,39	3,11	Rev. de Mettallurgie-Maio 1950
Minette	37,20	4,50	4,98	14,90	—	0,40	0,75	—	—	20,38	Anal. de «Reserves mondiales des minerais de fer» Stockholm.

damente, é apenas com o fim de poder julgar da riqueza do seu leito de fusão e conhecer de modo aproximado para cada um, os consumos de calcário e de coque necessários para a produção de 1 tonelada de gusa.

Por isso a propósito destes minérios não se emite nem se discute nenhuma hipótese, não se considera se existe para algum deles a possibilidade de ser lotado com outros minérios como a fosforite de Marrocos ou as minettes da Lorena, com o fim de enriquecer o leito de fusão em fósforo de modo a obter gusa para ser convertida em aço no convertidor Thomas (embora no diagrama triangular se tenha considerado para o minério de Moncorvo um exemplo do género), nem se toma em consideração a possibilidade de que algum deles possa ser tratado isoladamente para produzir gusa fosforosa de fundição ou gusa comum a converter em aço, mas naturalmente apenas com o processo Siemens-Martin básico (1)[19], e, em definitivo, não se considera qual das duas siderurgias, a eléctrica ou a de coque se deve aplicar total ou parcial-

(1) É sabido, com efeito, que não é possível com elementos de carga formados de gusa fosforosa, fabricar aço pelo processo ácido. É sabido também que com os fornos eléctricos de arco é difícil obter uma desfosforação muito intensa no caso de cargas com elevado teor de fósforo; isso é apenas possível com o processo Siemens-Martin básico.

Composição da ganga de minérios de ferro em relação com as diversas composições da escória

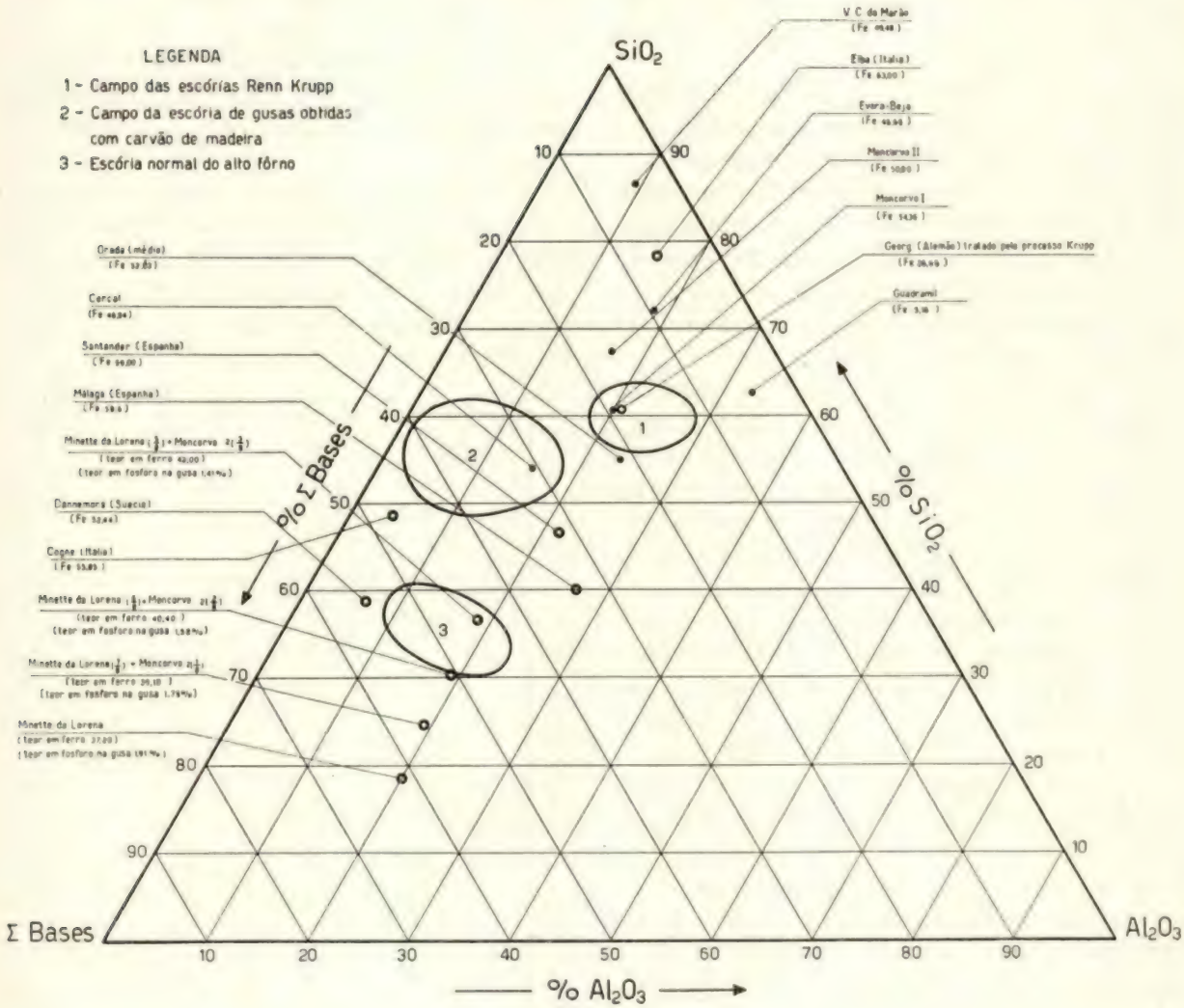


Fig. 6

mente, para o tratamento industrial destes minérios (1).

Assim, iniciamos o estudo dispondo todos os minérios, mesmo aqueles para os quais não se calculou o leito de fusão, no diagrama triangular da figura 6, do qual com base nas concentrações de sílica, de alumina e da soma das bases existentes na ganga de cada um dos minérios, é possível verificar de quanto se aproxima a ganga de cada um deles da composição de uma escória de alto forno a coque ou a carvão de madeira ou da composição normal de uma escória do processo Renn-Krupp.

(1) Assim, no cálculo do leito de fusão, não se tem em conta que este precisa, para todos os minérios, de unidades de manganês e também não se considera, por ex., que no caso do minério de Orada rico, a quantidade de escória produzida é menor do que o mínimo necessário para o desempenho de sua função.

É evidente que a posição dos vários minérios no diagrama pode indicar não só o tipo de ganga mas também as adições que se devem fazer para obter uma determinada escória.

O mesmo diagrama pode indicar, mas naturalmente para aqueles minérios que têm uma concentração mais ou menos igual em ferro, qual deles origina um leito de fusão mais rico.

Sob este aspecto, pode-se por exemplo observar, que todos os minérios portugueses têm uma ganga demasiadamente ácida e muito próxima da composição de uma escória do processo Renn-Krupp, enquanto que os minérios estrangeiros, com excepção do Giorg e do minério do Elba, têm gangas cuja composição se avisinha muito da da escória normal do alto forno.

Isto porém não quere dizer que para os minérios portugueses o único processo possível seja o Renn-Krupp; é necessário observar caso por caso se o peso de escória é tal que conduza a um consumo de coque que torne completamente anti-económico o processo do alto forno e a inconvenientes técnicos de marcha que seja então de preferir o processo Krupp, o qual encontra plena justificação para os minérios que sendo muito pobres em ferro dão lugar a uma grande produção de escória, com o consequente consumo de coque elevado. Estas condições não se verificam como se pode observar do diagrama de figura 6, para nenhum dos minérios portugueses.

Por outro lado, é necessário ter em atenção que com o processo Krupp se obtém, não um produto siderúrgico comercial, mas sim um produto que deve sofrer tratamento posterior.

Sirva de exemplo o caso do minério da ilha de Elba, que embora tenha uma ganga nìtidamente ácida, tem um teor tão alto em ferro que dá lugar apenas a 446,30 kgs. de escória por tonelada de gusa produzida. Nestas condições é natural que seja muito mais conveniente o seu tratamento no alto forno do que com o processo Renn-Krupp.

Um outro aspecto do diagrama triangular é o de poder indicar quais são os minérios que podem ser misturados entre si com o fim de obter a melhor composição da ganga.

Assim, no caso concreto do minério de Moncorvo pode-se observar que se for adicionado a minettes da Lorena (ou, mais ou menos com o mesmo resultado, a fosforites marroquinas) se obtém uma ganga que, pela sua composição é auto fundente para a produção de gusa Thomas.

Na figura 7 indica-se a $^{o}/_{o}$ em Fe de cada um dos minérios e também as quantidades necessárias à produção de 1 tonelada de gusa.

No diagrama da figura 8 está indicado o resultado do cálculo do leito de fusão para a produção de gusa de afinação (com um valor de P entre 100 e 120); para este cálculo servimo-nos de dados indicados por M. A. Pavloff[20], Piccinini[21] e Hütte[22].

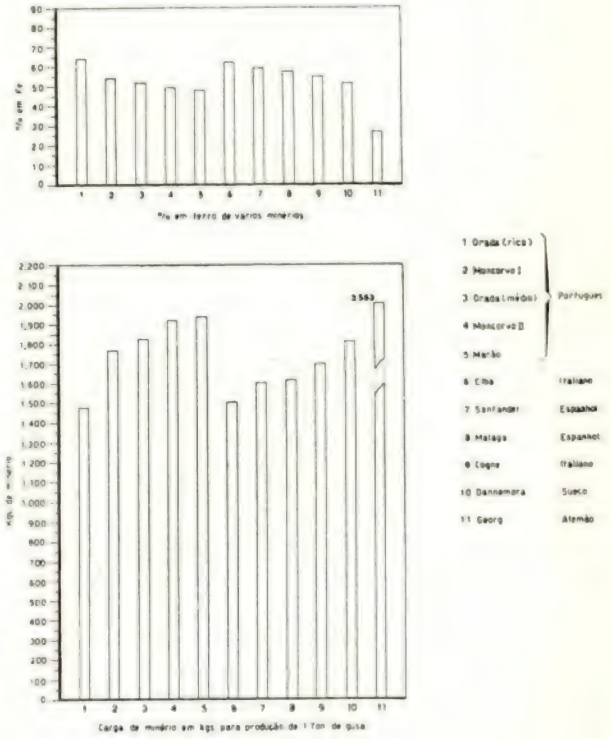


Fig. 7

Como se vê do diagrama a qualidade da ganga do minério dá lugar a uma quantidade de escória (exceptuado o minério de Orada rico) mais elevada do que a de qualquer um dos minérios estrangeiros, mas não muito excessiva (confrontar com o diagrama da figura 5).

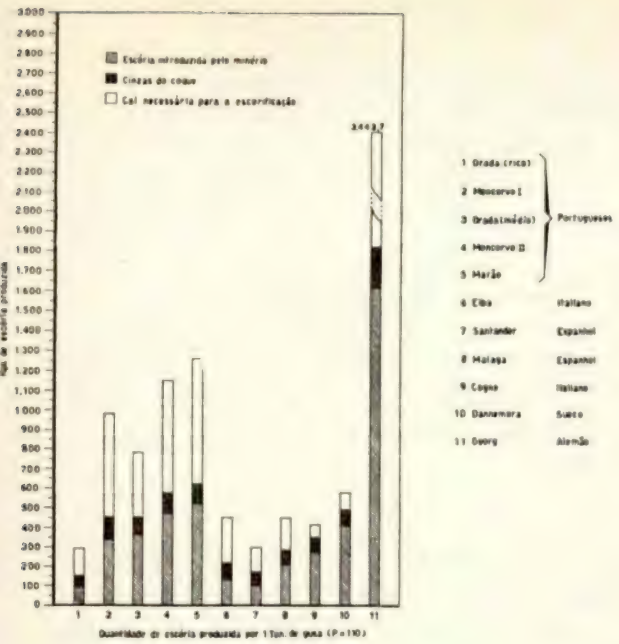


Fig. 8

No diagrama da figura 9-a mostra-se os resultados do cálculo prévio do consumo de carvão por tonelada de gusa produzida. Também neste caso, embora o consumo de carvão seja superior ao dos minérios estrangeiros, não parece ser excessivo, visto que o consumo máximo é de 1 150 kg. por tonelada de gusa produzida.

Evidentemente que estes cálculos apenas corresponderão aproximadamente aos valores reais, mas podem sempre dar uma boa indicação.

Além disto calculámos um leito de fusão e fizemos um balanço prévio para uma mistura de três minérios portugueses, de entre os que nos parecem mais interessantes, isto é, do minério do Cercal como introdutor de manganês, do de Moncorvo como base e do de Orada (rico), para enriquecer o leito de fusão. Este foi calculado para uma gusa de afinação (com $P = 100 \div 120$) e os minérios foram tomados nas seguintes proporções:

Orada — 25,2 % ; Moncorvo — 44,5 % ;
Cercal — 30,3 %.

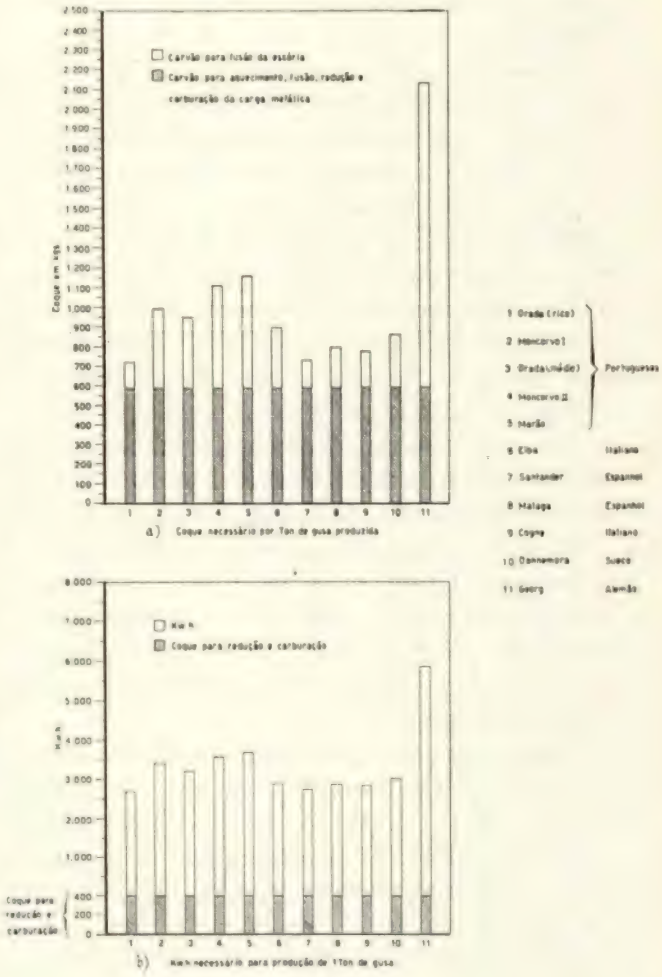
e os resultados obtidos para a produção de 1 tonelada de gusa foram os seguintes:

Minério . . . . 1744,95 kg
Calcário . . . . 514,00 kg
Coque . . . . . 890,00 kg
Escória produzida 645,05 kg

composição da gusa C — 4, 22 %; Mn — 2,94 %; Si — 1,11 %; S — 0,025 %; P — 0,348 %.

composição da escoria FeO — 1,99 %; MnO — — 3,80 % ; CaO — 46,32 % ; SiO_2 — 30,66 % ; Al_2O_3 — 14,21 %; MgO — 0,97 %; S — 1,96 %; BaO — 0,09 %.

Também neste caso, seja devido à presença do minério do Cercal, seja pelo minério de Moncorvo, a gusa resulta bastante alta em fósforo.



Figs. 9-a e 9-b

No diagrama da figura 9-b estão indicados, para cada minério, os consumos de kw.h necessários para a produção de 1 ton. de gusa.

Evidentemente, dado que a energia eléctrica nos processos electrosiderúrgicos serve ùnicamente pelo seu efeito térmico, é preciso carregar a quantidade de coque necessário para as reacções de redução e para a carburação do ferro, tendo em conta que ao contrário do que acontece no alto forno as reduções têm agora lugar, na sua maior parte, por via directa, ou seja, através do carbono.

A quantidade de coque que se torna necessário carregar é de cerca de 400 kg por tonelada de gusa [23]. Se em lugar do coque se pretendesse empregar carvão de madeira, a quantidade de lenha referente a uma tonelada de gusa seria de cerca de 2 000 kg.

Os dados para o cálculo do número de kw.h necessários foram tomados de Cautagne [24]; tenhamos no entanto presente que nem sempre a coincidência dos consumos práticos e teóricos é muito satisfatória, sendo numerosas as causas da má utilização da energia eléctrica. Os dados podem no entanto ser sensìvelmente melhorados seja no que respeita à potência dos fornos, seja no que respeita à redução da percentagem de perdas, de modo a poder-se fazer fé em uma diminuição de consumo de cerca de 10 % em relação aos valores que se encontram fazendo uso da relação de Cautagne.

Os valores dos consumos médios apresentados por Hölle para os fornos de cuva baixa que têm o seu nome indicam um gasto de 2 200 a 2 600 kw.h por tonelada para gusa de afinação e de 3 000 kw.h para gusa de fundição.

Naturalmente, estes consumos são referidos a minério normal e que dará portanto lugar a uma quantidade normal de escória.

Indicamos também alguns dados de exercício respeitantes à indústria siderúrgica italiana. Uma trabalhando com uma mistura de minérios e aglomerado de cinzas de pirite, outra trabalhando por seu lado com minério de crómio-níquel (Lokris) com a seguinte análise:

$Fe = 37\,\%$; $SiO_2 = 16{,}30\,\%$; $Al_2O_3 = 16{,}50\,\%$; $CaO = 0{,}96\,\%$; $MgO = 1\,\%$; $Mn = 0{,}38$ $Cr = 1{,}80\,\%$; $Ni = 2{,}28\,\%$.

Minério e aglomerado . . .	2 000 kg
Castina	700 kg
Coque	500 kg
Energia	2 700 kw.h
Escória produzida	650 kg
Gás produzido (2 400 kcal)	600 m³

(dados referentes a 1946)

Minério de Lokris	3 530 kg
Castina	1 300 kg
Coque	450 kg
Energia	4 180 kw.h
Escória produzida	1 960 kg

(dados referentes a 1941)

todos os valores acima dizem respeito à produção de 1 tonelada de gusa.

O consumo de kw.h para os minérios portugueses oscila, como se vê do diagrama desde um mínimo de 2 667 kw.h para o minério de Orada rico até um máximo de 3 656 kw.h para o minério de Vilacova do Marão, enquanto que para os minérios estrangeiros se oscila entre um mínimo de 2 690 kw.h para o minério de Santander e um máximo de 2 972 para o de Danemora (excepção feita, naturalmente, para o minério de Giorg para o qual seriam necessários 5 838 kw.h).

No caso do leito de fusão constituído por 25,2 % de minério de Orada, 44,5 % de Moncorvo e 30,3 % de minério de Cercal, o consumo de kw.h seria de 3 026.

Tenhamos presente, que os consumos indicados podem, para todos os minérios sofrer uma redução de cerca de 10 %.

Parece-nos útil nesta altura fazer algumas considerações sobre os processos electro-siderúrgicos.

Em siderurgia, o uso dos fornos eléctricos para a redução dos minérios permite a possibilidade de substituir o carvão necessário para o aquecimento e fusão da carga metálica e da escória pela energia eléctrica (àparte a quantidade de cerca de 400 kg de coque que se deverá igualmente empregar na carga para a carburação do ferro e para as reacções de redução).

Ora, se se considera que 1 kg de coque metalúrgico liberta em média 7 000 kcal,

enquanto que 1 kw.h apenas liberta 864, resulta que para obter o mesmo efeito térmico de 1 kg de coque (a menos a diferença de rendimentos) são necessários cerca de 8 kw.h. Segue-se que no caso da redução dos minérios de ferro, a igualdade económica entre os dois sistemas de redução (naturalmente, em igualdade de leitos de fusão) existe apenas quando o custo de 1 kg de combustível vale cerca de 8 vezes o preço de 1 kw.h [25].

Isto poderia parecer em contradição com o que se pode observar nos diagramas das figuras 9-a e 9-b que indicam, por tonelada de gusa produzida, respectivamente, o consumo de coque do alto forno e de kw.h e de coque nos fornos eléctricos de gusa.

Com efeito, tomando em consideração um minério qualquer, por exemplo Moncorvo I e traduzindo os consumos de coque e de kw.h em calorias, obtém-se uma diferença a favor do processo electrosiderúrgico de cerca de 2.10^6 kcal., o que conduziria a relação acima a valores diferentes.

Na verdade, as coisas não se passam assim; é necessário ter presente que enquanto no alto forno se tem uma produção de 3,97 m^3 de gás por kg de coque (cerca de 4 000 m^3 de gás por tonelada de gusa produzida), com um poder calorífico de cerca de 900 kcalorias, nos fornos eléctricos de cuva baixa, que são hoje os mais usados, a quantidade de gás produzido é apenas de 650 m^3 por tonelada de gusa, se bem que tenha um poder calorífico de ~ 2 600 kcal [26].

Portanto e tendo em devida conta as perdas por calor sensível contido no gás e a parte do gás que é queimado nos recuperadores Cowper para o prèaquecimento do ar (cerca de 29-30 % do total. Esta fracção faz parte integrante do ciclo) resulta uma diferença de calorias que podem ser directamente aproveitadas, agora em benefício do alto forno a coque. É sabido, com efeito, que em todas as instalações siderúrgicas o gás do alto forno tem um aproveitamento económico que vai desde o seu emprego como combustível nos fornos Siemens-Martin e nos fornos de aquecimento de lingotes de aço antes do seu trabalho na forjagem e na laminação e no seu tratamento térmico, ao uso como gás para o funcionamento dos compressores do ar de insuflação.

Resulta portanto natural, que no caso da electrosiderurgia esta diferença de energia térmica disponível e recuperável dos dois tipos de gás deve ser considerada juntamente, para a electro-siderurgia, com a que provém do outro coque ou dos kw.h, levando assim a relação, se não a 1/8 (tendo em consideração os diferentes rendimentos, etc.) pelo menos e nas melhores condições a 1/6.

Naturalmente, a igualdade económica entre os dois processos pode ser também influenciada por outros factores, os quais tanto podem agir em sentido favorável como desfavorável.

Geralmente, sob este ponto de vista, os dois processos podem ser postos econòmicamente em confronto, mediante duas relações analíticas [27] nas quais aparecem todos os elementos determinantes do custo geral da produção

$$P = i_1 P_1 + P_m M_1 + \frac{c}{C\eta_1} P_c + m_1 + V_1 + S_1 \quad (1)$$

$$P = l_2 P_1 + P_m M_2 + \frac{c}{864\,\eta_2} P_e + m_2 + V_2 + S_2 \quad (1)$$

Ora em geral os factores P, M, S e i, das duas expressões resultam para os processos electrometalúrgicos inferiores aos do processo a coque, enquanto que η resulta superior.

A quanto acima se diz deve-se juntar a possibilidade no processo electrosiderúrgico, de trabalhar com carvão pobre, de atingir temperaturas elevadas e enfim de poder trabalhar em um ambiente de reacção com-

(1) P_1 e P_2 representam a relação entre o custo geral da instalação e o da produção anual expressa em toneladas, P_m o custo da matéria-prima necessária à produção de 1 tonelada de gusa, η o rendimento térmico do forno, c o consumo de calorias efectivamente contidas em 1 kg de combustível, P_c e P_e os preços do combustível e da energia eléctrica, m o custo da mão de obra, V as despesas várias por tonelada de material trabalhado e S as despesas gerais relativas a 1 ton. e os encargos anuais (amortização, manutenção, etc.) expressas em % em relação ao custo da instalação.

pletamente neutro, obtendo como consequência produtos mais puros e de qualidade superior. Todos estes factores podem também contribuir, se bem que indirectamente, para melhorar a relação de equivalência já vista.

Ocorre, porém, sobre este ponto precisar que estas considerações podem ser plenamente válidas só para aqueles países nos quais se pode assegurar de modo contínuo o fornecimento de energia eléctrica para a electrosiderurgia. Se isto não pode verificar-se (como por exemplo não se verifica em Itália, cuja electrosiderurgia, apesar do aumento anual das instalações hidro-eléctricas, não pode contar com mais de 250 dias de trabalho) pode resultar num encargo de exercício tal que conduza, como já aconteceu a algumas industrias siderúrgicas a um preço de produção de gusa eléctrica superior ao preço de venda da gusa produzida no alto forno trabalhando com coque de proveniência estrangeira.

Com efeito, resulta que em geral o consumo de energia eléctrica cresce muito mais ràpidamente do que não cresce o consumo do combustível e por isso torna-se sempre mais difícil encontrar a energia eléctrica pedida pela electrosiderurgia com os seus elevados consumos[28].

Por outro lado, no caso da electrosiderurgia aplicada ao fabrico do aço, as coisas apresentam-se bem diferentes e em sentido favorável. Com efeito, enquanto a produção de gusa no forno eléctrico não trás grande vantagem qualitativa que permita uma justificação do seu maior preço de custo e por reflexo do de venda, a produção de aço no forno eléctrico pelas razões já expostas, pode dar lugar, se a operação é conduzida com cuidado, a produtos de alta qualidade e sempre superiores aos produtos similares dos fornos Siemens-Martin

Junte-se, por outro lado e pelas razões já vistas o diferente rendimento térmico das duas siderurgias; enquanto no processo do forno eléctrico de gusa, com uma caloria eléctrica se economisa apenas uma caloria de combustível, economisam-se por seu lado, três calorias no forno eléctrico para o fabrico do aço.

Naturalmente, também aqui é necessário não esquecer que podem surgir na economia da produção problemas similares, se não idênticos (dado o menor consumo de energia) aos que já se viram para a produção da gusa, problemas que podem também limitar a diferença económica entre os dois processos.

Em segundo lugar, é necessário ter presente que, pelas suas características especiais, o forno eléctrico para a fabricação do aço foi construído especificadamente para a produção de aços especiais de alta qualidade, partindo de cargas de sucatas seleccionadas e a isto se deveria limitar o seu emprego.

Não se diz com isto que com o forno eléctrico não se possam produzir também aços comuns (mas neste caso as condições económicas podem resultar bastante diferentes, no que se refere a lucro realizável na venda do produto) e que não se possa trabalhar com todos os tipos de carga, mesmo compreendendo a que é usual nos fornos Martin (30 % de gusa e 70 % de sucata). Em Itália, por exemplo, fizeram-se cargas com 100 % de gusa e também se fabricaram aços empregando cargas de 100 % de escórias Haglund provenientes do fabrico do alumínio (1), mas, bem entendido, que neste caso os consumos de energia resultaram tais que comprometeram fortemente o rendimento económico (2).

4 —

Como apêndice a este trabalho, pareceu-nos oportuno, mesmo que tal assunto não interesse, ao menos por agora, directamente ao problema siderúrgico dos minérios de ferro portugueses, fazer menção dos processos de enriquecimento e de trabalho dos

---

(1) As escórias provenientes do processo Haglund têm a seguinte análise C — 3 %; Si — 4,5 %. O resto são impurezas e ferro.

(2) Trabalhando com cargas que contêm 20 — 25 % de gusa e 80 — 75 % de sucata resultaram, para um dos autores, consumos por tonelada de aço produzido, num forno de 5 toneladas, cerca de 1 000 — 1 100 kw.h contra 750 — 800 kw.h de consumo no caso da carga ser constituída sòmente por sucata.

minérios pobres de ferro, que puderam resolver e de maneira brilhante, o problema da sua utilização, tanto sob o ponto de vista técnico como do ponto de vista económico.

Deste assunto, como já haviamos dito, ocuparam-se primeiramente os Alemães, os quais no fim da penúltima guerra se viram privados dos recursos dos mineiros da Lorena, ao mesmo tempo que possuiam vastos jazigos de minérios pobres em ferro ($Fe = 20 - 30\ \%$) e muito ricos em sílica ($SiO_2 = 20 - 25\ \%$) e com reservas previstas de centenas de milhões de toneladas.

Depois de várias tentativas de enriquecimento do minério ou de composições especiais das cargas, todas com resultados mais ou menos negativos, as pesquisas dos alemães encaminharam-se para os três processos seguintes:

1) Adopção de uma marcha para o alto forno com produção de escória ácida ($p = 0,6 \div 0,8$).

2) Enriquecimento com oxigénio do ar insuflado no alto forno.

3) Tratamento dos minérios com processos especiais (Renn-Krupp, Sturzelberg, Kalling, etc.).

1 — **Marcha ácida** — O fim principal desta marcha era o de obter uma escória ácida e ao mesmo tempo fluida (cf. fig. 2) na qual a concentração em SiO_2 resultava superior à de CaO; conseguia-se desta maneira uma menor produção de escória e portanto um menor consumo de coque (cf. fig. 5).

Com o fim de não obter demasiada SiO_2 (o que conduziria a uma escória muito viscosa e vítrea) a relação de basicidade foi fixada por Pascke [29] entre os limites de $0,6 \div 0,8$. Deste modo conseguia-se obter uma escória com a seguinte composição:

$$SiO_2 = 34 - 43\ \%;\ CaO = 29 - 30\ \%;$$
$$Al_2O_3 = 19 - 25\ \%;\ MgO = 5\ \%.$$

esta escória apresentava uma fluidez óptima para temperaturas entre 1 300 e 1 400°C e este facto juntamente com o diminuto peso de escória conduzia a uma efectiva economia de combustível.

A tabela n.° 5 mostra o resumo dos resultados práticos que se obtiveram trabalhando por este processo alguns minérios. Notemos que neste caso e trabalhando a mesma carga com escória básica ($p = 1,20 \div 1,25$) a quantidade de escória produzida teria sido de cerca de 1 850 kg por tonelada de gusa produzida, em vez de 1 300 kg e o consumo de calcário teria passado de 356 kg por tonelada de gusa (marcha ácida) para 900 kg (marcha básica) e que finalmente o consumo de coque teria passado de 1 130 kg para 1 450 kg.

Naturalmente, este processo não é isento de inconvenientes entre os quais são de notar a baixa temperatura de gusa durante a sangria (cerca de 1 328°C) e a consequente perda em manganés ($\sim 85\ \%$ contra $40\ \%$ na marcha normal) e em ferro ($\sim 10\ \%$ contra $1\ \%$ na marcha normal) e esta última acompanhada de uma forte passagem de enxofre na gusa, o que obrigava a fazer a dessulfuração com soda cáustica fora do alto forno.

Seja como for, não se tem tido muitas notícias em relação ao processo com marcha ácida; iniciado pelos alemães pouco antes da última guerra, parece ter sido abandonado no decurso da mesma guerra, quando os acontecimentos militares mudaram a favor da Alemanha as suas condições siderúrgicas.

2 — **Marcha com ar enriquecido pelo oxigénio** — É conhecido o papel importante que o oxigénio desempenha nos vários processos siderúrgicos, seja como carburante para a queima do combustível necessário para conseguir as várias fusões e a temperatura de reacção, seja (no caso do forno Siemens-Martin) como meio oxidante para a eliminação do carbono durante o período de afinação.

É sabido também que o oxigénio necessário é fornecido por meio de ar insuflado; ora este último fornece apenas cerca de $20\ \%$ do seu volume em oxigénio e como todo o volume de ar, antes de ser introduzido no alto forno deve ser préaquecido, pode-se já calcular como são grandes as perdas devidas, tanto à humidade contida no ar como ao conteúdo extremamente alto em

TABELA N.º 5

Minérios	Peso do minério por tonelada de gusa	% dos diferentes minérios na carga		% de ferro nos minérios
		teor em ferro	em peso	
Wasseralfingen	602	19,1	15,2	27
Jazigos fósseis	268	8,5	5,4	22
Geislingen	871	27,6	22,6	28,5
Hematite vermelha	127	4,0	4,9	42
Minette luxemburguesa . .	525	16,6	13,7	28,5
Nora	118	3,7	5,1	48
Magnetite Blotberg	203	6,4	10,4	57
Woban	241	7,6	11,2	51
Gellivara	206	6,5	11,5	61
Peso dos minérios	3 161	100,0	100,0	
» do calcário	356			
» do fosfato	70			
Peso do leito de fusão . . .	3 587			

Consumo de coque por tonelada de gusa produzida . . . . . 1 130 kg

Quantidade de escória por tonelada de gusa produzida . . . . . 1 300 kg

Análise da gusa — C = 3,5 %; S = 0,284 %; P = 1,97 %; Mn = 0,21 %; Si = 1,16 %.

Análise da escória — SiO_2 = 42,2 %; CaO = 33,69 %; Al_2O_3 = 13,38 %; MgO = 2,94 %; Mn = 0,53 %; Fe = 1,45; S = 0,072 %; P = 0,07 %; TiO_2 = 0,68 %.

Índice de basicidade — p = 0,79 %.

azoto (cerca de 3 toneladas por tonelada de gusa produzida), o qual sendo no alto forno um gás inerte e não participando por isso em nenhuma reacção siderúrgica, pesa no balanço térmico do forno com uma notável quantidade de calorias sob a forma de calor sensível.

Torna-se assim lógico que os técnicos do alto forno tenham estudado a possibilidade de enriquecer o ar por meio do oxigénio com o fim de diminuir o volume de ar insuflado e portanto o consumo de combustível.

De um trabalho de Zocca [30] e de outros [31], podemos tirar algumas indicações sobre este processo: — o enriquecimento do vento em oxigénio, quando aplicado ao alto forno normal provoca uma diminuição de temperatura na boca; se esta é superior a 100°C. (e este deve ser tomado como valor máximo) e, por outro lado, se o consumo de coque por tonelada de gusa não é inferior a 900 kg, pode-se ter uma economia de combustível da ordem dos 15 % com um enriquecimento do ar em oxigénio de 20 ÷ 25 % e ao mesmo tempo um aumento de 30 % na produção da gusa.

A maior vantagem poder-se-ia ter com uma marcha completamente fora do normal, em que se consumisse uma grande quanti-

dade de còque e se obtivesse uma temperatura mais elevada na boca do alto forno. É o caso da marcha com minérios pobres e o da produção de ferroligas (para estas últimas, a vantagem é posteriormente acrescida com a obtenção de um maior teor em manganés e em silício).

Além disso, um enriquecimento superior a cerca de 30 % não daria bons resultados nos altos fornos existentes, porque a temperatura do gás de descarga, na boca do alto forno desceria mais de 100° C e o consumo de coque aumentaria de modo notável. Com efeito, o aumento do teor de oxigénio, diminuindo a temperatura do gás de descarga (não além do limite já visto), além de diminuir o consumo de combustível aumenta o grau das reduções indirectas (através do CO) o que conduz, como se sabe, a uma ulterior diminuição do coque; mas se a diminuição de temperatura do gás de descarga é superior a 100° a sua acção resulta contrária, o grau em que tem lugar as reduções indirectas diminui e em definitivo o consumo de coque aumenta.

Em conclusão resulta que as verdadeiras possibilidades para a afirmação da marcha com ar enriquecido com oxigénio residem na modificação das instalações e, de modo particular, na diminuição da altura, conduzindo a novos tipos de fornos de cuva baixa com os quais se pode levar o enriquecimento do ar até próximo de 100 %.

Notemos ainda que o custo e manutenção de uma instalação Fraenkl para a produção de oxigénio não é indiferente (para 1 m³ de O_2 são necessários cerca de 0,45 kw.h) e que o material refractário do forno sofre um forte desgaste, em consequência das altas temperaturas atingidas.

Porém dada a diminuição havida durante e imediatamente a seguir ao período de guerra na produção de gusa no alto forno, escasseiam ainda os dados referentes aos resultados experimentais, pelo que não seria muito lícito tirar conclusões definitivas sobre o assunto.

Mostramos, apesar disso, na tabela n.° 6, que se refere a um trabalho não muito recente[32], os resultados obtidos na produção de gusa hematite com 2 % de silício, trabalhando com ar enriquecido com diferentes concentrações de oxigénio.

Este assunto apresenta-se porém sempre de grande interesse técnico, considerando também que para aumentar a produção unitária e diminuir o período de afinação e fusão,

TABELA N.° 6

	1.ª experiência	2.ª experiência	3.ª experiência
— quantidade de ar insuflado por tonelada de gusa produzida Nm³	3 282	2 441	2 155
— % de oxigénio	21 %	24 %	26 %
— quantidade de gusa produzida	43,1	51,1	52,6
— consumo de coque por tonelada de gusa produzida	1 050	935	889
— quantidade de escória p. t. g.	474	475	458
— temperatura da gusa	1 375°	1 353°	1 385°
— quantidade de gás de alto forno por t. g. p. Nm³	4 398	3 512	3 153
— composição do gás de a. f. CO_2	6,6	9,8	11,10
CO	32,9	35,5	36,7
N2	59	52,75	50,63
$H_2 + OH_2 + O_2$	1,50	1,95	1,77

o uso do oxigénio já atingiu o campo da fabricação do aço [33].

3 — **Tratamento dos minérios com processos especiais** — Nas suas linhas gerais, estes processos consistem em aquecer num forno rotativo uma mistura de minério e carvão, em parte por meio da combustão do gás que se vai libertando da carga sólida e noutra parte por meio de chama ou de corrente eléctrica.

As operações essenciais, ou seja, as de redução são mais ou menos idênticas às que têm lugar no alto forno, com a diferença de que doseando a percentagem de carvão na ganga (de modo que seja apenas o necessário para as reduções) se consegue não obter gusa.

A maior parte destes processos foram criados com o fim de conseguir a produção directa do aço líquido, mas para a obtenção deste são necessárias temperaturas tão elevadas que o revestimento do forno é submetido a um desgaste mecânico demasiado intenso.

Esta finalidade está, portanto, ainda hoje fora de qualquer possibilidade de realização industrial.

Limitar-nos-emos, portanto, a considerar os dois processos que já deram, em condições normais de trabalho, resultados tais que se podem considerar como processos industriais; são os processos Renn-Krupp e Sturzelberg.

Processo Renn-Krupp — este processo consiste na redução em um forno cilíndrico rotativo de minérios pobres em ferro. Desta maneira, o ferro é reduzido primeiramente à forma esponjosa e em seguida por outro aquecimento (até temperatura inferior à da fusão) a glóbulos metálicos pobres em carbono (luppen).

O processo industrial consiste em:

1 — preparação do minério por trituração;
2 — preparação da mistura minério-carvão;
3 — tratamento no forno rotativo.

Depois destas operações, o material assim obtido sofre uma nova fragmentação e tratamento magnético para separação da escória e dos glóbulos metálicos.

No diagrama da figura 10 indicam-se as reacções que têm lugar neste processo [34].

Os glóbulos de ferro produzido têm a seguinte análise média:

$$C = 0{,}5 - 1{,}5\,\%;\ S = 0{,}3 - 1\,\%;$$
$$P = 0{,}10 - 1{,}00\,\%.$$

Ao contrário dos outros processos que precisam de uma composição de escória tal que seja bastante fluida para se poder ter assim uma boa separação do metal, o processo Renn-Krupp não necessita senão de uma escória que esteja no estado pastoso e que portanto se encontre entre 1 200 e 1 300°C.

Ora estando este tipo de escória fora do campo normal das escórias do alto forno (cf. fig. 6) precisa-se apenas de pequeníssimas adições, em relação às que são necessárias para as escórias normais de alto forno.

Por outro lado, é bom ter presente que neste processo se pode empregar como combustível desde o pó de coque até às lenhites.

A capacidade do forno pode ser tal que permita tratar de 500 a 600 toneladas de minério por dia, com fornos que têm 4,2 m de diâmetro e 70 m de comprimento. O consumo de combustível oscila entre 20 e 30 % do peso da carga; o teor em ferro varia de 90 a 95 %.

É necessário ter presente que com o forno Renn-Krupp não é possível obter directamente (1) nenhum produto siderúrgico pròpriamente dito, mas sim um produto que precisa de ser posteriormente trabalhado para a obtenção da gusa ou do aço.

Portanto, o processo permite:

a) o enriquecimento de minérios pobres

(1) O termo «directamente» pode originar confusões; com efeito, em siderurgia, seja qual for o processo que conduza a um produto aceroso, mesmo não utilizável, nessa forma, como aço, toma o nome de «processo directo para a produção de aço». Ora, parece lógico que se deva distinguir entre o produto aceroso (como por exemplo é a esponja de ferro) que deve sofrer tratamento posterior para dar aço e o próprio aço, no sentido em que na técnica se usa esta palavra.

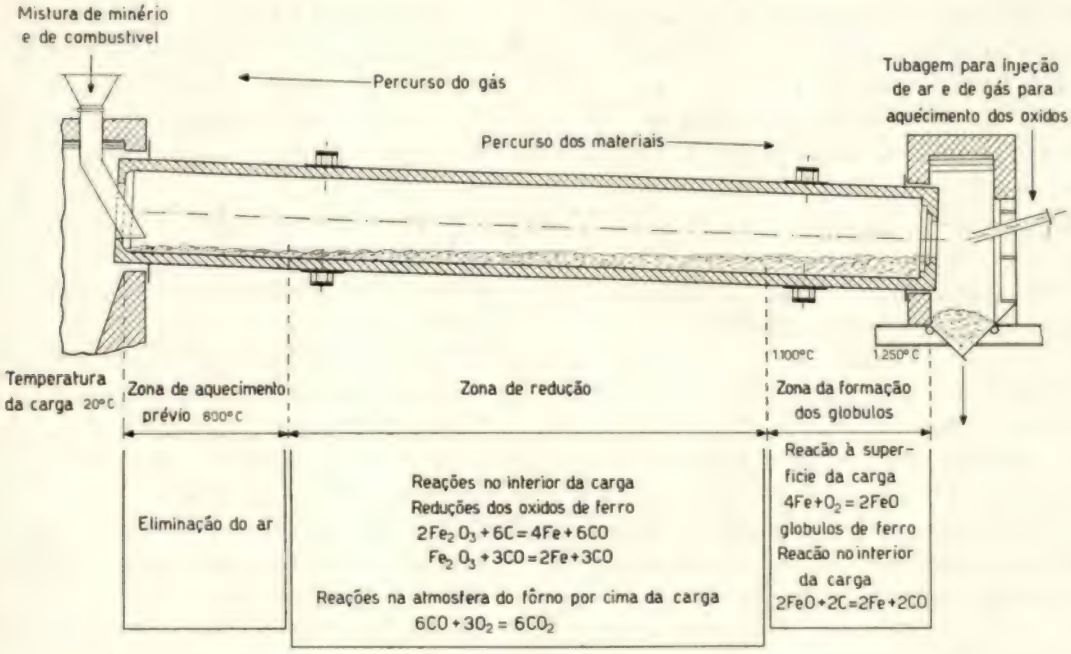
em ferro e especialmente dos que são ricos em SiO_2, usando carvões pulverulentos ou muito pobres, de modo a obter um produto de alta concentração em ferro, para enriquecer com ele o leito de fusão do alto forno, conseguindo assim uma economia grande de coque. Esta parece ser a possibilidade essencial do processo.

b) a extracção dos metais não ferrosos, como Ni, Co, Cu, Ag, Au, etc. Neste caso, o conteúdo em ferro dos seus minérios serve como suporte para a fixação dos outros metais não ferrosos.

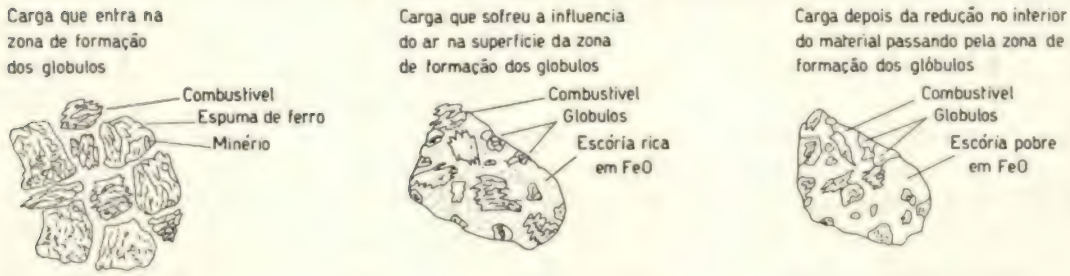
c) a obtenção de um produto que pode ser carregado nos fornos Martin-Siemens e nos fornos eléctricos de arco, para ser enriquecido com outros elementos de carga, com o fim de ser refundido e trabalhado para a produção de aço ou de gusa (sintética)[35].

Naturalmente para esta produção tem-se encontrado sérias dificuldades no que respeita à eliminação do enxofre e de modo especial do fósforo, impurezas que, como se vê das análises, estão contidas nos glóbulos Renn-Krupp em percentagem não indiferente.

Também parece ser verdade, no entanto, segundo ensaios efectuados nestes últimos anos que se tenha conseguido, trabalhando em fornos para produção de aço com carga



Processo na zona de formação dos globulos



Os processos metalurgicos no Processo Renn-Krupp

Fig. 10

de glóbulos Renn-Krupp, obter no aço produzido uma concentração de $P < 0{,}03\,\%$[36].

Os dados citados para este processo foram colhidos em R. Dürrer (loc. cit.) pág. 179-185.

Processo Sturzelberg — Este processo, até pela sua cuidada afinação para o emprego em escala industrial, representa ao contrário do Renn-Krupp e em relação ao alto forno e ao forno eléctrico de gusa, um terceiro método para a obtenção de gusa.

Embora com algumas modificações substanciais no forno, que o tornam de produção intermitente (uma sangria em cada 6 horas) e que lhe melhoram o funcionamento térmico sem prejudicar as reduções, também este processo pode ser considerado entre os de «forno rotativo».

Tem uma capacidade de produção de 50 a 90 toneladas por cada sangria e a carga é formada por:

1 — minério, cinzas de pirite, etc.
2 — cal (18 — 35 % da carga).
3 — pó de carvão (20 — 30 %), ou combustíveis pobres de qualquer natureza.

Em relação ao processo anterior, este apresenta uma dessulfuração muito mais profunda (para o fósforo as condições são mais ou menos idênticas) e a produção de um material realmente siderúrgico: a gusa, utilizável directamente como tal ou (de notar que se trabalha com marcha muito básica $CaO/SiO_2 = 2 \div 2{,}2$, se obtém uma gusa com concentração de silício igual ou inferior a 0,015 % ou seja, do tipo sueco a carvão de madeira) para ser afinada, para o cubilote ou como matéria-prima para a produção do aço.

* * *

Ao terminar este artigo apresentamos os nossos agradecimentos aos Professores do I. S. T., Engenheiros Ferreira Dias, Herculano de Carvalho e Monteiro de Barros, pelos dados que nos forneceram e pelo interesse que manifestaram por este trabalho.

I. S. T., Laboratório de Metalurgia, Dezembro de 1950.

BIBLIOGRAFIA

(1) Coronel E. A. Ramos da Costa — O Ferro e o Aço em Portugal — Lisboa, 1943.
Engenheiros Sande Lemos e Abilino Vicente — Revista da Ordem dos Engenheiros, Janeiro, de 1945.
Engenheiro Humberto de Sousa Reis — B. D. G. I., 2.ª série, Julho de 1942.
Engenheiro J. M. Ferreira do Amaral — Boletim da Ordem dos Engenheiros, n.º 48, Dezembro de 1942.
Despacho orientador de S. E. o Ministro da Economia — B. D. G. S. I., ano II, n.º 76, Junho de 1950.

(2) Engenheiro A. Rodrigues — «Técnica», n.º 201, Abril 1950, pág. 1 015-35.

(3) G. Guzzoni e A. Bargone — L'ingegnere n.º 11-15, Novembro de 1940.
G. Guzzoni e A. Bargone — Atti XLV Riunione anuale Ass. Elettrotecn. It. Venezia 1941.

(4) Pascke — Die Giesserei, 1936, pág. 454.

(5) Johnson — The principles, operations and products of the blast furnace — New-York, 1918.
Mathesius — Die Physikalischen und chemischen grundlangen des eisenhütewesen — Otto Spanner, Liepzig.

(6) Riva-Berni — Revue de Metallurgie, Fevereiro de 1940, pág. 48-60.

(7) A. Bargone — Colate in ossidazione parziale com carica líquida — Rel. Int. n.º 142 S. A. N. Cogne, Setembro 1941.

(8) Engenheiros A. da Silva Neto e F. Soares Carneiro — Estudos, Notas e Trabalhos do S. F. M., vol. I, pág. 110.

(9) J. M. Cotelo Neiva — Memórias e Notícias do Museu Mineralógico e Geológico da Universidade de Coimbra, n.º 26, 1949.

(10) J. M. Cotelo Neiva — J. L. Guimarães dos Santos — Estudos, Notas e Trabalhos do S. F. M., vol. III, pág. 193.

(11) J. M. Cotelo Neiva — loc. cit.

(12) J. M. Cotelo Neiva — loc. cit.

(13) Minas de ferro de Montemor-o-Novo; Publicação n.º 15, (1949), do S. F. M.

(14) Jazigos de ferro e manganés do Alentejo; Publicação n.º 12, (1946), do S. F. M.
Jazigos de ferro e manganés de Odemira e Cercal; Publicação n.º 13, (1949), do S. F. M.

H. PARRY & SON, L.DA

SEDE: 6, AV. 24 DE JULHO - LISBOA

Telef.: 64187 (4 Linhas) 66065
Teleg.: NAVIOS-LISBOA

CONSTRUÇÕES
E REPARAÇÕES
NAVAIS

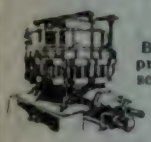
DOCAS SECAS

Execução de qualquer trabalho de
mecânica, electricidade, fundição, caldeiraria, forja, soldadura, etc.

DESENHOS
PROJECTOS
ORÇAMENTOS

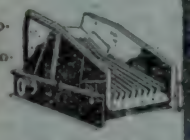
Para força Diesel
Económica e Segura — *consulte Nordberg* ...
o fabricante da maior variedade de Motores Diesel do Hemisfério Ocidental

Diesel, marítimos e Motores fixos, desde 10 a 9600 C.V.



Britadoras primárias e secundárias

Máquinas para minério e minerais industriais



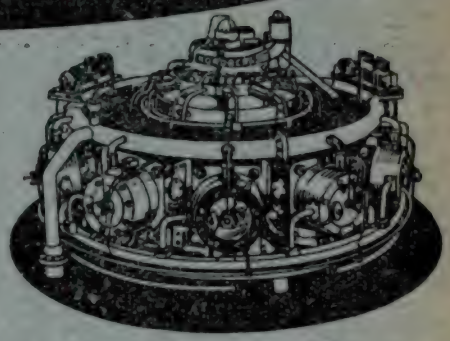
Vibradoras e separadoras

Monta-cargas para minas

Maquinária para a conservação das vias férreas

Motores marítimos a gasolina desde 50 a 136 C.V.

TAMANHOS E TIPOS PARA TODAS AS INSTALAÇÕES DE ENERGIA DE 10 A 9600 C.V.



(À direita) O motor radial Diesel Nordberg, de 2 tempos, 11 cilindros, desenvolve 1800 C.V. ou 1250 quilovátios. Disponível para trabalhar a óleo ou gás.

• • •

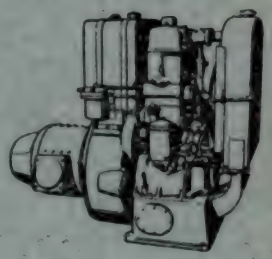
(À direita) As geradoras Diesel Nordberg, de 4 tempos, fabricam-se em tamanhos de 175 a 1760 C.V.

• • •

Além do material indicado, a Nordberg produz motores Diesel de 2 tempos, com vários tamanhos de cilindros, desenvolvendo de 1000 a 9600 C.V.

HÁ mais de trinta anos que a Nordberg trabalha na construção de Diesels, sendo hoje a produtora da maior variedade de motores pesados Diesel do Hemisfério Ocidental. Os motores Nordberg tornaram-se notáveis pela segurança, a economia de combustível e o baixo custo da conservação.

Consulte-nos sobre o tamanho e tipo exacto do Nordberg Diesel de que precisa.

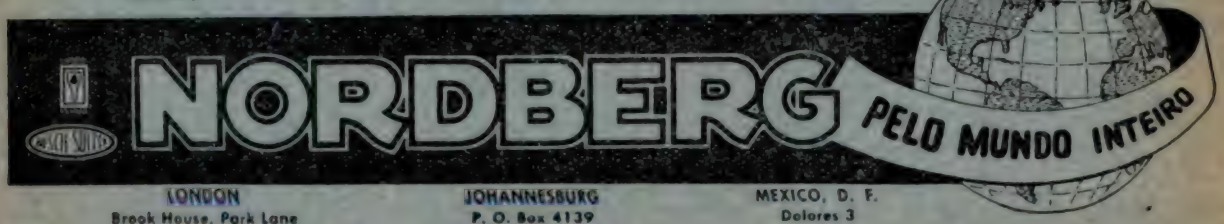


(Acima) Diesels de 114.30 mm × × 133.35 mm em unidades de 1 e 2 cilindros até 30 C.V. Podem ser cuplados directamente com geradoras eléctricas ou com bombas.

NORDBERG MFG. CO., Milwaukee 7, Wis., U. S. A.

TELEGRAMAS: NORDBERG

XD151 — P



LONDON
Brook House, Park Lane

JOHANNESBURG
P. O. Box 4139

MEXICO, D. F.
Dolores 3

(15) Sande Lemos e Abilino Vicente — Revista da Ordem dos Engenheiros, n.º 25, Janeiro de 1946.
(16) E. Proust — Cours de Metallurgie des metaux autres que le fer, pág. 817. Ch. Beranger Ed. Paris 1912.
(17) Sande Lemos e Abilino Vicente — loc. cit.
(18) D'Auriac — Leçons de Metallurgie — Ed. Dunod, Paris, 1930 — pág. 155.
(19) A. Picinnini — Ghisa e Acciaio — Ed. Hoepli, Milano.
(20) M. A. Pavloff — Calcul du lit de fusion des hauts fourneaxx — Dunod Ed. Paris, (1924).
(21) A. Picinnini — loc. cit.
(22) Hütte — Manuel de l'ingenieur metallurgiste Ed. francesa de Ch. Beranger, Paris, (1924).
(23) R. Dürrer — Trattamento siderurgico dei minerali di ferro (trad. ital.) Ed. Hoepli — Milano, (1944), pág. 157.
(24) Cautagne — Revue de Metallurgie, pág. 450, 1920.
25) R. Dürrer — loc. cit., pág. 121.
(26) R. Dürrer — loc. cit., pág. 90 e 156.
(27) M. Mainardis — I forni elettrici — Ed. Hoepli, 1937, pág. 7
(28) R. Dürrer — loc. cit., nota do tradutor italiano.
(29) Pascke — Stahl u. eisen 55 (1935), pág. 989/99 e 57 (1937), pág. 1 114/17.
(30) Zocca — Tesi di laurea del Politenico di Milano, 1945.
(31) Lennings — Stahl u. eisen 55 (1935), pág. 533/44 e 565/72.
D. Howat — Blast furnace steal plant — XXXVI (Maio 1948), pág. 533-602.
(32) Lennings — loc. cit.
(33) The Iron Age — Maio 29 (1947) pág 66.
(34) H. Lemkühler — Stahl u. eisen 48 (1939), pág. 1 041.
(35) E. Zan — La metallurgia italiana, vol. XLI, n.º 3 (1949), pág. 144/148.
(36) C. Schmid — Tesi di laurea del Politenico di Milano, ano de 1945/46.

VII EXPOSIÇÃO DE FOTOGRAFIA DO I. S. T.

A Secção Fotográfica da A. E. I. S. T., animada pelo bom acolhimento nos anos anteriores, realiza em Maio a VII Exposição de Fotografia.

Porque, òbviamente, tudo depende dos concorrentes, não pode a A. E. I. S. T. deixar de novamente a todos, Professores, Engenheiros e Colegas, dirigir o seu convite para que, honrando este certame com os seus trabalhos, contribuam também, no nosso meio universitário, para o desenvolvimento da Fotografia como Arte, Ciência e Técnica.

Como habitualmente, aceitará com o maior prazer a cedência de diapositivos coloridos em montagem de 5×5 cm, para as sessões diárias, garantindo o máximo cuidado na sua manipulação.

Tem ainda no maior apreço a oferta dos trabalhos premiados, que serão incluídos numa valiosa colecção, que há alguns anos vem organizando.

A todas as entidades pessoais ou colectivas que de qualquer modo tenham contribuído para o brilhantismo dos certames anteriores expondo, organizando, concedendo facilidades de vária ordem, oferecendo prémios, emprestando diapositivos, ou honrando-nos com a sua presença, a A. E. I. S. T. apresenta os seus melhores agradecimentos.

REGULAMENTO

1.º — Admitem-se como concorrentes:

a) Os professores e alunos de Universidades portuguesas e estrangeiras;
b) Os engenheiros inscritos na respectiva Ordem.

2.º — São admitidos todos os trabalhos inéditos ou não, excluindo-se todos aqueles que hajam figurado em anteriores certames do I. S. T.

3.º — Por cada prova apresentada, o custo de inscrição é de 5$00, tornando-se gratuita para sócios da A. E. I. S. T., inscritos na Secção Fotográfica.

4.º — As provas serão classificadas pelos concorrentes em duas categorias:

a) técnica;
b) artística.

5.º — Nos trabalhos apresentados, apenas é permitido escrever a divisa ou pseudónimo do concorrente, conforme o artigo 7.º, sendo o verdadeiro nome enviado em sobrescrito fechado, no exterior do qual se indicará essa divisa ou pseudónimo.

6.º — Os formatos mínimos admitidos, são os de 13×18 e 18×18 cm.

7.º — Só serão aceites as provas montadas em cartão ou cartolina branca, sem moldura nem vidro, com margem uniforme de largura não inferior a 5 cm, em cujo verso o concorrente escreverá o seu pseudónimo ou divisa, e o título da fotografia, se o tiver.

8.º — As provas podem ser coloridas por qualquer processo técnico, sendo permitidas as «viragens», excluindo-se as coloridas à mão.

9.º — Terminada a exposição, os trabalhos ficam na Secção Fotográfica à disposição dos concorrentes, sendo enviados pelo correio aos que residirem fora de Lisboa, com porte pago pelos mesmos.

10.º — Ter-se-há o máximo cuidado com as fotografias recebidas, mas não se assume qualquer responsabilidade por eventuais danos que elas sofram.

11.º — A A. E. I. S. T. reserva-se o direito de reproduzir na revista «Técnica» os trabalhos expostos.

12.º — Haverá um Júri de admissão e classificação, ao qual competirá a resolução do que for omitido neste Regulamento, e de cujas decisões não haverá recurso.

13.º — Os concorrentes terão, no máximo, dois trabalhos premiados, podendo atribuir-se aos restantantes menções honrosas.

14.º — Todos os trabalhos serão enviados à Secção Fotográfica da A. E. I. S. T., Instituto Superior Técnico, Avenida de Rovisco Pais, Lisboa, acompanhados da importância da inscrição a que se refere o artigo 3.º

15.º — O prazo de recepção termina a 25 de Abril de 1951.

* * *

Oportunamente se anunciará na Imprensa Diária a abertura da Exposição, a constituição do Júri e a lista dos prémios.

Entretanto, todos os esclarecimentos serão prestados pelo telefone 70144, linha 60 (Secção Fotográfica da A. E. I. S. T.), todos os dias úteis das 11 às 12 horas.

Lisboa, 10 de Janeiro de 1951.

A Comissão Organizadora

MÉTODO FOTOGRÁFICO PARA O ESTUDO DE ESTRUTURAS SOBRE MODELO

MANUEL ROCHA* J. FERRY BORGES**

C. D. 624.07.001.57 [77]

Comunicação apresentada ao 2.° Congresso Nacional de Engenharia e presentemente em publicação, na América, na Society for Experimental Stress Analysis sob o título «Photographic Method for Model Analysis of Structures»

1. Apresentação do método

A complexidade dos tipos de estruturas reconhecidos como mais económicos, a construção de estruturas de dimensões cada vez maiores e a premente necessidade de economia têm posto, muitas vezes, em evidência a insuficiência dos métodos analíticos para o cálculo de estruturas.

Assim, os métodos analíticos não fornecem com frequência meios para o cálculo, a não ser que se estabeleçam certas hipóteses simplificadoras (hipóteses de cálculo), por vezes muito grosseiras, cuja validade seria necessário verificar experimentalmente.

Além disso, sucede mesmo existirem métodos analíticos aplicáveis, mas a grande extensão dos cálculos aritméticos que a sua utilização exige desvaloriza esses métodos, não só porque o trabalho de cálculo não deve exceder uma reduzida fracção do custo da construção, mas também porque então são prováveis os enganos.

Tais dificuldades têm obrigado, cada vez mais, a recorrer a métodos experimentais.

Nesta publicação apresenta-se um método experimental, no qual o cálculo duma estrutura é feito a partir da medição dos deslocamentos lineares e angulares dum número suficiente de pontos e secções dum modelo. A originalidade do método reside no facto de os deslocamentos serem medidos sobre uma chapa fotográfica, na qual o modelo da estrutura é fotografado antes e depois de sofrer os deslocamentos.

Estes deslocamentos tanto podem resultar da aplicação ao modelo das forças cujo efeito se quere conhecer, como da imposição a certas secções de deslocamentos com o fim de obter, recorrendo aos teoremas de reciprocidade de Maxwell-Betti, linhas de influência.

2. Técnica do método

A montagem utilizada está representada na fig. 1.

O modelo da estrutura que se pretende estudar é ligado, da maneira habitual

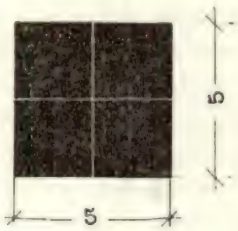


Fig. 1

noutros métodos experimentais ([1]), à mesa de trabalho, ficando assente em esferas metálicas que podem rolar sobre uma placa de vidro. A câmara fotográfica é colocada a uma distância conveniente da mesa de trabalho, à qual fica rìgidamente ligada.

Em cada ponto do modelo, cujo desloca-

([1]) Eduardo A. H. dos Reis, «O medidor de momentos e a sua aplicação a modelos de estruturas a duas dimensões», *Publicação n.º 2*, Centro de Estudos de Engenharia Civil, Lisboa, 1 944.

* Engenheiro-chefe do II Serviço do Laboratório de Engenharia Civil.
** Engenheiro-Chefe da Secção de Estruturas do II Serviço do Laboratório de Engenharia Civil.

mento linear se deseja medir, coloca-se uma pequena marca com dois traços ortogonais entre si (fig. 2). Estas marcas foram escolhidas de modo a obter-se na chapa fotográfica imagens nítidas e finas dos traços. Como, por outro lado, se pretende sobrepor na mesma chapa duas imagens de cada marca, uma correspondente à configuração inicial do modelo e a outra à configuração final (após deformação), houve necessidade de escolher marcas negras com traços claros. Depois de ensaiadas diversas soluções, optou-se por marcas quadradas com cerca de 5 mm de lado, de celulóide opalino pintado com uma tinta negra, sendo os traços feitos com uma ponta metálica bem aguçada que põe a descoberto o celulóide.

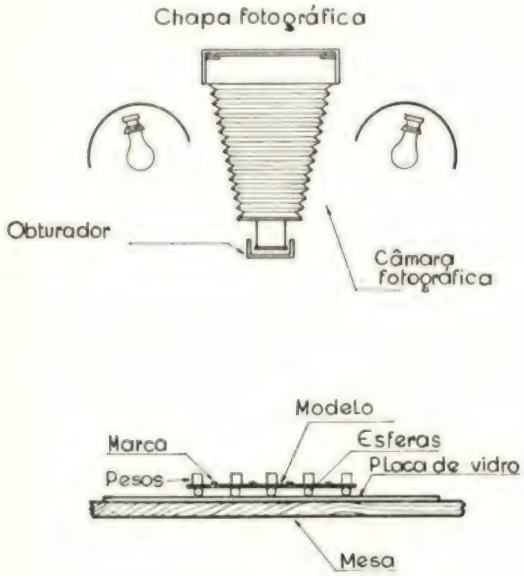


Fig. 2

Em cada secção transversal, cujo deslocamento angular se deseja determinar, é colocada uma haste com o comprimento de 20 a 40 cm, com um traço longitudinal e 3 pequenos traços transversais (fig. 3). Há necessidade, para garantir que a haste se mantenha rectilínea, de o celulóide ficar colocado sobre uma barra de metal.

O modelo é pintado de negro e a placa de vidro onde se apoiam as esferas é coberta com um papel negro, no qual se deixam aberturas destinadas a permitir que as esferas contactem directamente com a placa.

Quando não se exige grande precisão na medição dos deslocamentos pode-se, para evitar as marcas, desenhar com uma linha a traço interrompido branco, sobre o modelo pintado de negro, os eixos dos elementos que constituem o modelo. Os extremos dos traços vão definir, nas duas exposições, pontos correspondentes.

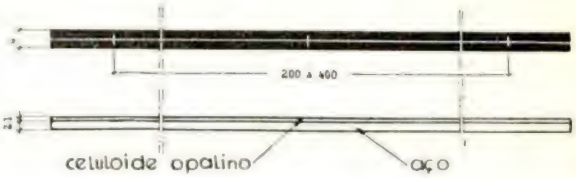


Fig. 3

A câmara fotográfica utilizada tinha uma objectiva com a distância focal de 23 cm. Verificou-se, fotografando uma quadrícula, que esta objectiva fornecia, dentro da precisão que nos interessava, imagens geomètricamente semelhantes aos objectos. Para evitar que a câmara sofresse deslocamentos durante o ensaio, o obturador estava ligado a um suporte independente da câmara.

A focagem das marcas e das hastes é feita com precisão sobre um vidro despolido, colocado exactamente na posição que será ocupada pela chapa fotográfica.

Para obter imagens nítidas usaram-se chapas fotográficas de vidro, de grão fino, tipo Process, as quais contudo apresentam o inconveniente de obrigarem a exposições muito demoradas. Este inconveniente é ainda agravado pelo facto de se ser obrigado a usar um diafragma de pequeno diâmetro (6 mm) para tornar possível a focagem de todo o modelo.

Com o fim de melhorar a precisão do método, houve a preocupação de usar chapas com grandes dimensões, normalmente 18 × 24 cm.

Para evitar que o aquecimento provocado pelas lâmpadas (fig. 1) origine deformações no modelo durante o ensaio, deformações que são reveladas por falta de nitidez das imagens dos traços, é necessário manter, antes da primeira exposição, as lâmpadas acesas durante algum tempo, o qual nas nossas condições era de cerca de 15 minutos.

Atingido o equilíbrio térmico, faz-se, com o modelo na configuração inicial, a primeira exposição, coloca-se o obturador, impõem-se os deslocamentos ou aplicam-se as forças, retira-se o obturador e faz-se a segunda exposição sobre a mesma chapa fotográfica.

A cada marca correspondem sobre a chapa duas imagens (fig. 4). As componentes δ_1 e δ_2 do deslocamento de um ponto medem-se

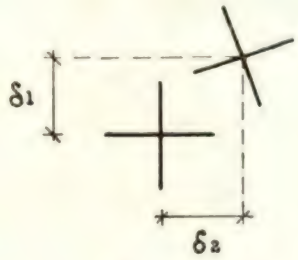


Fig. 4

sobre a própria chapa fotográfica com um microscópio ligado a um parafuso micrométrico, sistema que permite fazer leituras com uma precisão de 0,01 mm (fig. 5), ou com um micrómetro de 1 mm, dividido em 100 partes, colocado directamente sobre

Fig. 5

a chapa fotográfica e visado por um microscópio. Ainda se recorreu à medição dos deslocamentos δ_1 e δ_2 sobre um alvo onde era projectada a chapa fotográfica; no alvo a medição dos deslocamentos faz-se com uma escala graduada vulgar, obtendo-se uma precisão igual à que é dada pelos sistemas anteriores, desde que a ampliação sobre o alvo seja suficiente.

Para se determinar a rotação θ indicada pelas duas imagens de uma haste (fig. 6), medem-se, por qualquer dos processos ante-

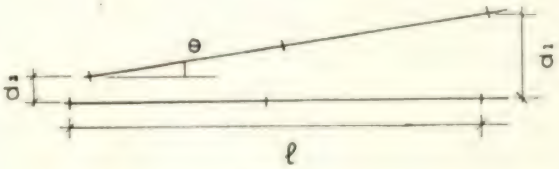


Fig. 6

riormente citados, as distâncias d_1 e d_2. Como as rotações são pequenas, o valor de θ é dada pela expressão:

$$\theta = \frac{d_1 - d_2}{1}$$

Em geral, é necessério conhecer o sentido das componentes d_1 e d_2 dos deslocamentos dos pontos; temos pois que distinguir, entre duas imagens duma marca, qual corresponde à configuração inicial e qual corresponde à final. Para isso, tapa-se a parte extrema de um traço de algumas marcas com uma marca completamente negra que se retira depois da primeira exposição.

Para averiguar se houve qualquer deslocamento acidental da máquina fotográfica colocam-se, sobre a placa de vidro onde assenta o modelo, marcas, cada uma das quais deve apresentar sòmente uma imagem nas duas exposições.

Quando se aplicam as forças ou se impõem os deslocamentos ao modelo pode suceder que secções supostas encastradas se desloquem de facto, perturbação esta que falseará os valores dos deslocamentos lineares e angulares que se deseja observar. A fim de revelar tais deslocamentos acidentais liga-se a cada secção de encastramento do modelo uma peça como a indicada na fig. 7. Anàlogamente, colocam-se marcas nos apoios com articulação, para se averiguar se sofrem deslocamentos lineares.

3. Aplicação ao cálculo de estruturas pela determinação de linhas de influência

Os métodos experimentais mais correntemente usados para o estudo sobre modelo de estruturas hiperestáticas, tais como os de Beggs, Gottschalk e Magnel, permitem, baseando-se nos teoremas de reciprocidade de Maxwell-Betti, traçar as linhas de influência das incógnitas hiperestáticas ([1]). Para isso, impõem-se ao modelo, construído respeitando a semelhança mecânica, deslocamentos correspondentes às incógnitas hiperestáticas, diferindo aqueles métodos na maneira de aplicar estes deslocamentos e na sua grandeza, na técnica de construção do modelo e na maneira de fazer a medição dos deslocamentos dos diversos pontos ([2]).

A primeira modalidade de aplicação do método fotográfico, que a seguir se expõe, baseia-se também naqueles teoremas; os deslocamentos correspondentes às incógnitas hiperestáticas podem ser impostos pelos deformadores usados em qualquer dos métodos atrás referidos.

Para obter a linha de influência relativa a uma incógnita hiperestática, interior ou exterior, fotografa-se sobre a mesma chapa, como foi descrito, o modelo antes e depois de imposto o deslocamento correspondente a essa incógnita.

A ordenada duma linha de influência num ponto é dada pelo cociente do deslocamento observado nesse ponto pelo deslocamento imposto. Este deslocamento pode ser medido sobre a própria chapa, a qual, além disso, nos revelará quaisquer deficiências do funcionamento do deformador, tais como, a sua má ligação ao modelo, a imposição defeituosa dos deslocamentos correspondentes (que devem ser translações em direcções bem definidas ou rotações em torno dos centros de gravidade de secções), etc.

Para o estudo duma estrutura é necessário obter um número de chapas igual ao das incógnitas hiperestáticas, convindo contudo obter um número superior, de modo a que seja possível fazer verificações aplicando as condições de equilíbrio estático.

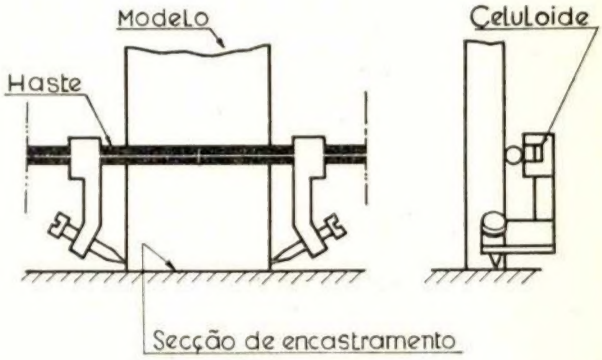


Fig. 7

Para evitar que a mudança de configuração da estrutura venha a ter influência sobre o seu próprio comportamento, convém em geral que os deslocamentos impostos sejam pequenos. Temos usado por isso, normalmente, o deformador de Beggs.

Como exemplo, apresenta-se em primeiro lugar a determinação das linhas de influência das reacções de apoio dum pórtico simples de secção constante, encastrado, relativamente a cargas normais ao seu eixo. Construiu-se um modelo de celulóide com as dimensões dadas na fig. 11, na qual está indicada a posição das marcas utilizadas. Estas marcas foram coladas ao modelo de forma que um dos traços ficasse paralelo ao eixo do pórtico, isto é, normal à direcção das forças para as quais se querem determinar as linhas de influência.

Nas fig. 8, 9 e 10 apresentam-se as três chapas relativas, respectivamente, a um deslocamento normal, a um deslocamento tangencial e a uma rotação da secção de encastramento da esquerda. A chapa da fig. 8 foi obtida fotografando o modelo na configuração inicial e na que resultou da imposição duma translação de grandeza 1,4 mm, na direcção normal à secção. Anàlogamente, as chapas das fig. 9 e 10 referem-se, respectivamente, a uma translação de 1,4 mm, no plano da secção, e a uma

---

([1]) Manuel Rocha, «Estudo das estruturas hiperestáticas pelos teoremas de Castigliano e pelo método de Beggs», *Publicação n.º 1*, Centro de Estudos de Engenharia Civil, Lisboa, 1943, pág. 66 e seguintes.

([2]) F. Correia de Araújo, «O estudo experimental das linhas de influência das construções hiperestáticas planas», Enciclopédia Portuguesa, Ld.ª, Porto, 1940.

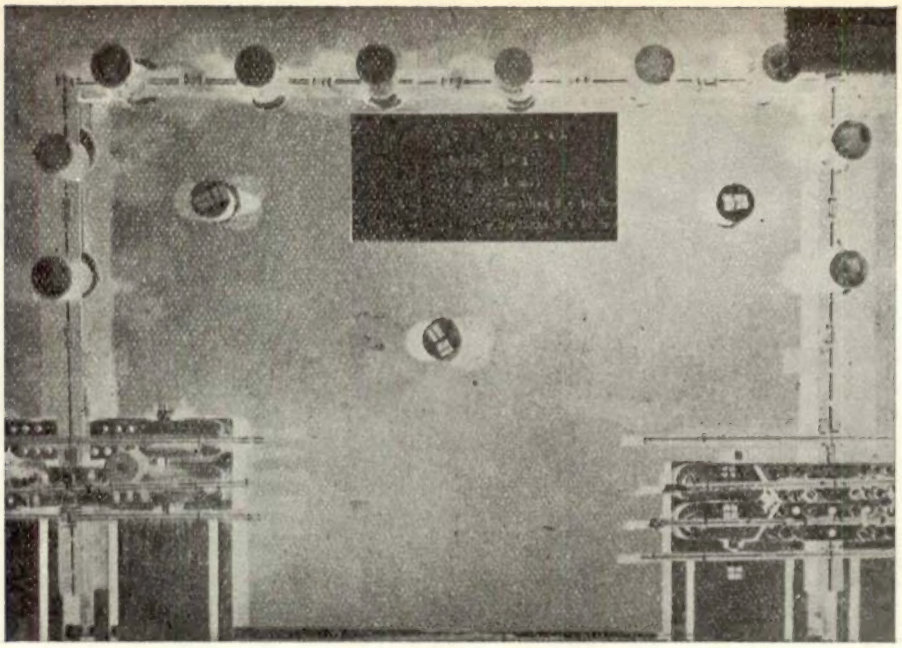


Fig. 8

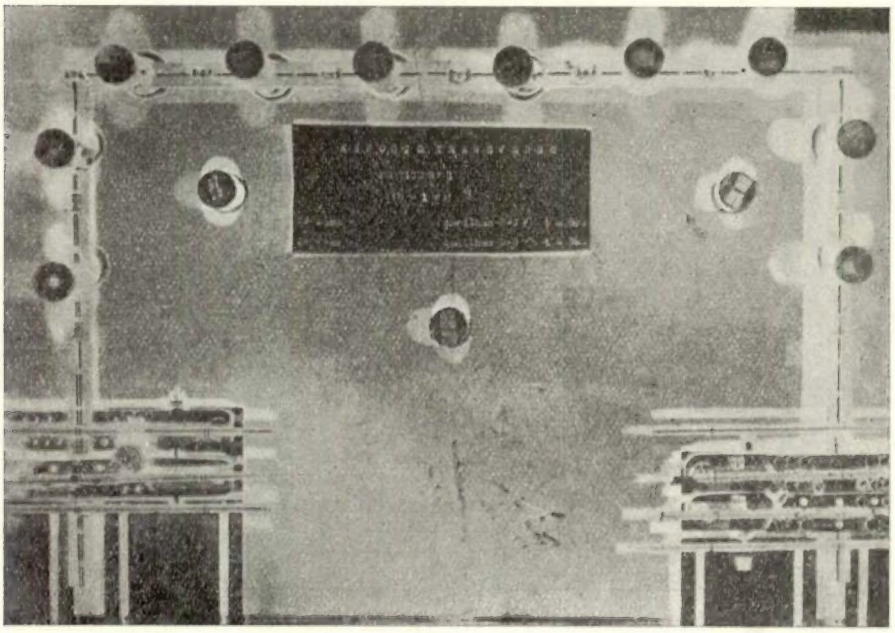


Fig. 9

rotação de 0,056 rad, em torno do centro de gravidade da secção.

A medição das componentes dos deslocamentos na direcção das forças consideradas foi feita sobre as chapas fotográficas com um microscópio ligado a um parafuso micrométrico.

As ordenadas das linhas de influência obtidas figuram no quadro I, no qual também se inscreveram os valores dessas ordenadas obtidas pelo método de Beggs, isto é, com leitura directa dos deslocamentos sobre o modelo, e ainda os valores obtidos analìticamente.

Estas ordenadas das linhas de influência do momento flector, do esforço transverso

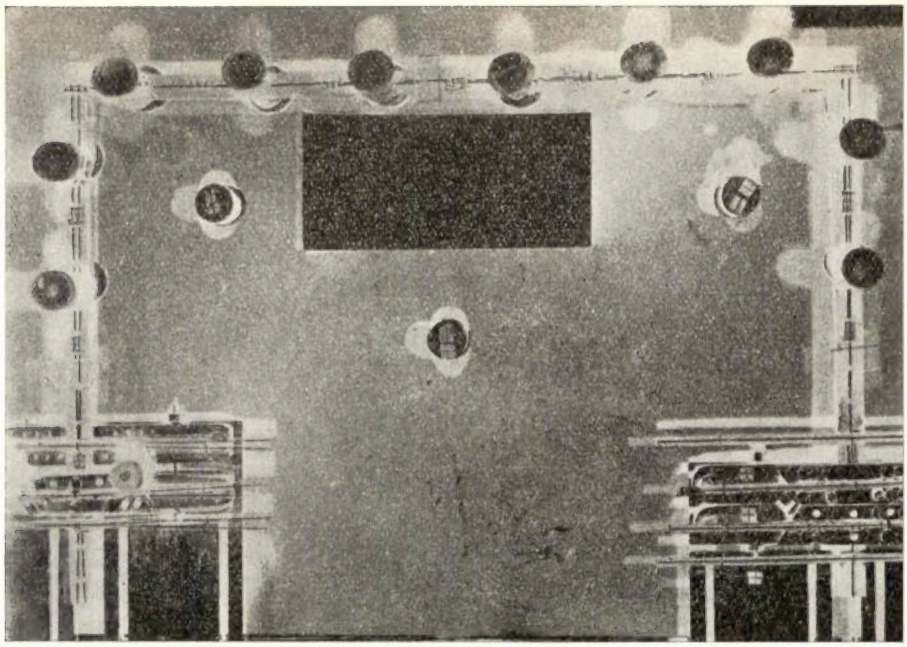


Fig. 10

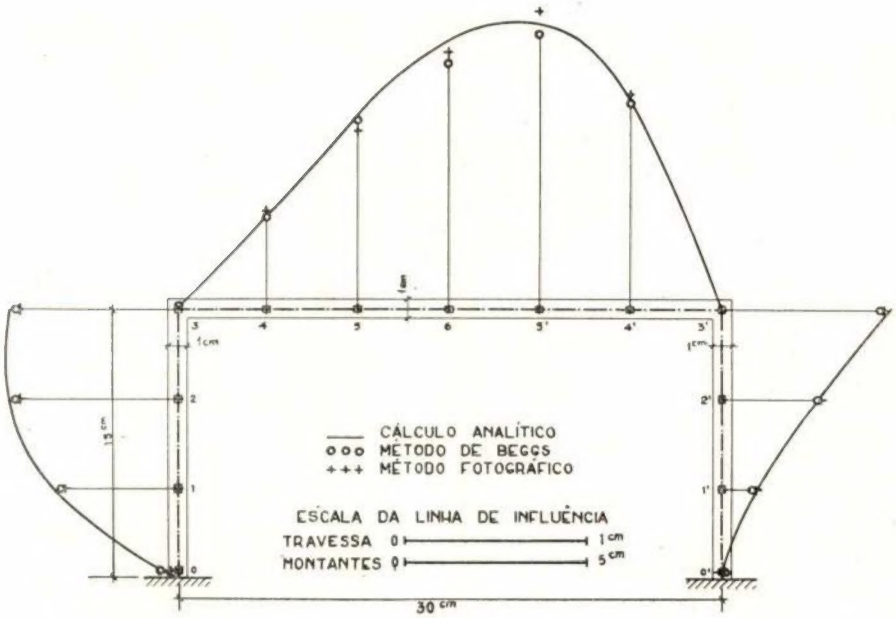


Fig. 11

e do esforço normal estão representadas, respectivamente, nas fig. 11, 12 e 13.

Aplicou-se ainda o método fotográfico para a comparação das linhas de influência atrás obtidas com as relativas a um pórtico com o mesmo eixo mas cujas secções tinham uma altura tripla. As linhas de influência coincidem, excepto na travessa, onde as linhas de influência dos momentos flectores diferem apreciàvelmente, como se pode verificar na fig. 14.

Estudou-se também o colector da Ribeira dos Olivais cuja secção transversal está representada na fig. 15. Determinaram-se as linhas de influência relativas ao momento flector, esforço transverso e esforço normal na secção do fecho, a partir da observação das chapas apresentadas nas fig. 16, 17 e 18.

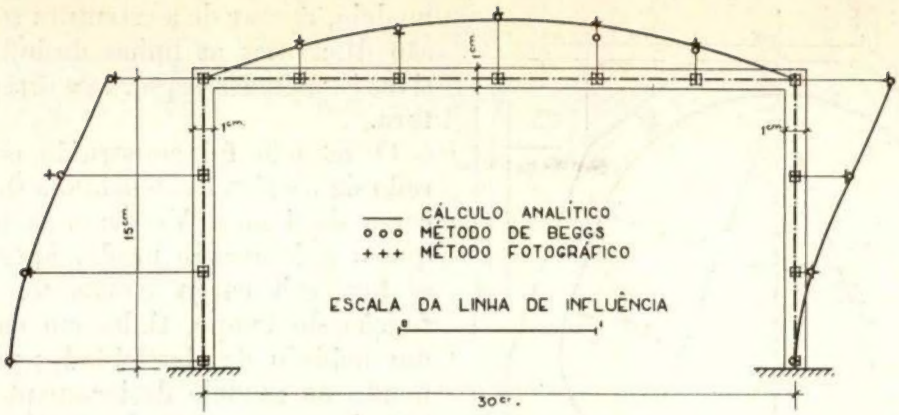


Fig. 12

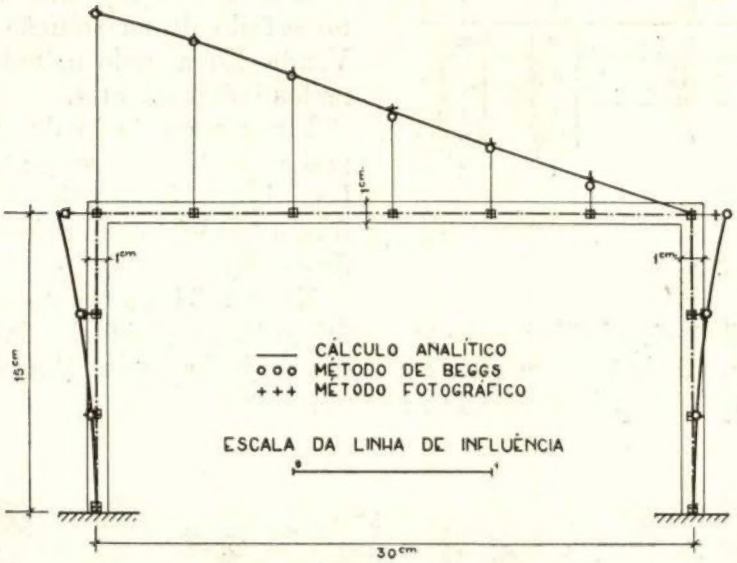


Fig. 13

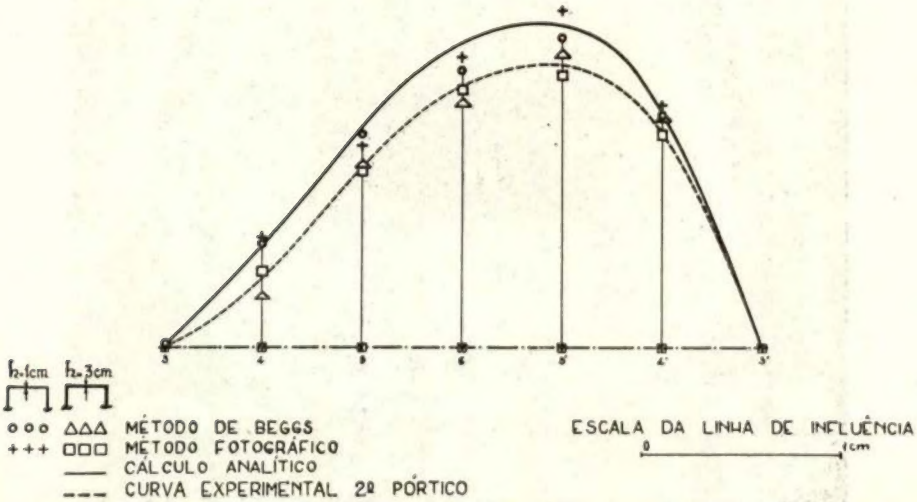


Fig. 14